

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-320587

(P2001-320587A)

(43) 公開日 平成13年11月16日 (2001. 11. 16)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	テマコード (参考)
H 0 4 N 1/41		H 0 4 N 1/41	B 5 C 0 5 9
1/387	1 0 1	1/387	1 0 1 5 C 0 7 6
7/30		G 0 6 F 5/00	H 5 C 0 7 8
7/32		H 0 4 N 7/133	Z
// G 0 6 F 5/00		7/137	Z

審査請求 未請求 請求項の数29 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2000-135357 (P2000-135357)

(22) 出願日 平成12年5月9日 (2000. 5. 9)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 近藤 哲二郎

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 浜松 俊彦

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100082131

弁理士 稲本 義雄

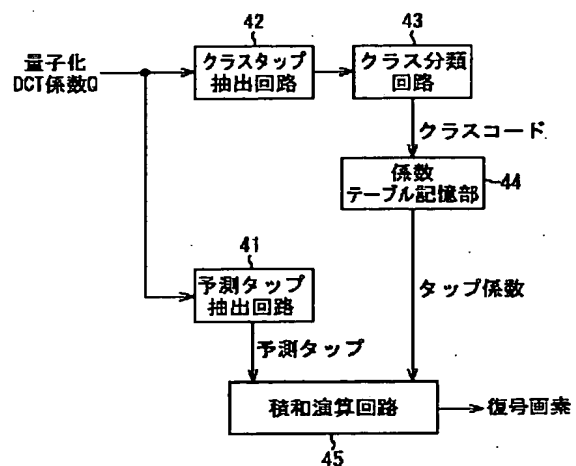
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 データ処理装置およびデータ処理方法、並びに記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 J P E G 符号化されたデータを、効率的に、高画質の画像に復号する。

【解決手段】 J P E G 符号化されたデータは、エントロピー復号されることにより、量子化された D C T 係数 (量子化 D C T 係数) とされ、予測タップ抽出回路 4 1 およびクラスタップ抽出回路 4 2 に供給される。予測タップ抽出回路 4 1 とクラスタップ抽出回路 4 2 は、量子化 D C T 係数から、必要なものを抽出し、予測タップとクラスタップをそれぞれ構成する。クラス分類回路 4 3 は、クラスタップに基づいてクラス分類を行い、係数テーブル記憶部 4 4 は、クラス分類の結果得られるクラスに対応するタップ係数を、積和演算回路 4 5 に供給する。積和演算回路 4 5 は、タップ係数と予測タップとを用いて、線形予測演算を行い、横および縦の画素数がいずれも元の画像の 2 倍になった画像データを得る。



係数変換回路 32

BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも、直交変換処理または周波数変換処理を施すことにより得られる変換データを処理するデータ処理装置であって、

学習を行うことにより求められたタップ係数を取得する取得手段と、

前記タップ係数および変換データを用いて、所定の予測演算を行うことにより、前記変換データを、元のデータに復号し、かつ、その元のデータに所定の処理を施した処理データを得る演算手段とを備えることを特徴とするデータ処理装置。

【請求項2】 前記演算手段は、前記タップ係数および変換データを用いて、線形1次予測演算を行うことを特徴とする請求項1に記載のデータ処理装置。

【請求項3】 前記タップ係数を記憶している記憶手段をさらに備え、

前記取得手段は、前記記憶手段から、前記タップ係数を取得することを特徴とする請求項1に記載のデータ処理装置。

【請求項4】 前記変換データは、前記元のデータを、直交変換または周波数変換し、さらに量子化することにより得られたものであることを特徴とする請求項1に記載のデータ処理装置。

【請求項5】 前記変換データを逆量子化する逆量子化手段をさらに備え、

前記演算手段は、逆量子化された前記変換データを用いて予測演算を行うことを特徴とする請求項4に記載のデータ処理装置。

【請求項6】 前記変換データは、前記元のデータを、少なくとも、離散コサイン変換したものであることを特徴とする請求項1に記載のデータ処理装置。

【請求項7】 前記処理データのうちの、注目している注目データを予測するのに前記タップ係数とともに用いる前記変換データを抽出し、予測タップとして出力する予測タップ抽出手段をさらに備え、

前記演算手段は、前記予測タップおよびタップ係数を用いて予測演算を行うことを特徴とする請求項1に記載のデータ処理装置。

【請求項8】 前記注目データを、幾つかのクラスのうちのいずれかにクラス分類するのに用いる前記変換データを抽出し、クラスタップとして出力するクラスタップ抽出手段と、

前記クラスタップに基づいて、前記注目データのクラスを求めるクラス分類を行うクラス分類手段とをさらに備え、

前記演算手段は、前記予測タップおよび前記注目データのクラスに対応する前記タップ係数を用いて予測演算を行うことを特徴とする請求項7に記載のデータ処理装置。

【請求項9】 前記演算手段は、前記所定の予測演算を

行うことにより、前記元のデータに、その品質を向上させる処理を施した前記処理データを得ることを特徴とする請求項1に記載のデータ処理装置。

【請求項10】 前記タップ係数は、前記タップ係数および変換データを用いて、所定の予測演算を行うことにより得られる前記処理データの予測値の予測誤差が、統計的に最小になるように、学習を行うことにより得られたものであることを特徴とする請求項1に記載のデータ処理装置。

10 【請求項11】 前記元のデータは、動画または静止画の画像データであることを特徴とする請求項1に記載のデータ処理装置。

【請求項12】 前記演算手段は、前記所定の予測演算を行うことにより、前記画像データに、その画質を向上させる処理を施した前記処理データを得ることを特徴とする請求項11に記載のデータ処理装置。

20 【請求項13】 前記演算手段は、前記画像データの時間または空間方向の解像度を向上させた前記処理データを得ることを特徴とする請求項11に記載のデータ処理装置。

【請求項14】 少なくとも、直交変換処理または周波数変換処理を施すことにより得られる変換データを処理するデータ処理方法であって、

学習を行うことにより求められたタップ係数を取得する取得ステップと、前記タップ係数および変換データを用いて、所定の予測演算を行うことにより、前記変換データを、元のデータに復号し、かつ、その元のデータに所定の処理を施した処理データを得る演算ステップとを備えることを特徴とするデータ処理方法。

30 【請求項15】 少なくとも、直交変換処理または周波数変換処理を施すことにより得られる変換データを処理するデータ処理を、コンピュータに行わせるプログラムが記録されている記録媒体であって、学習を行うことにより求められたタップ係数を取得する取得ステップと、

前記タップ係数および変換データを用いて、所定の予測演算を行うことにより、前記変換データを、元のデータに復号し、かつ、その元のデータに所定の処理を施した処理データを得る演算ステップとを備えるプログラムが記録されていることを特徴とする記録媒体。

40 【請求項16】 少なくとも、直交変換処理または周波数変換処理を施すことにより得られる変換データを復号し、かつその復号結果に所定の処理を施すための予測演算に用いるタップ係数を学習するデータ処理装置であって、

教師となる教師データに、前記所定の処理に基づく処理を施し、準教師データを得る準教師データ生成手段と、前記準教師データを、少なくとも、直交変換または周波数変換することにより、生徒となる生徒データを生成する生徒データ生成手段と、

前記タップ係数および生徒データを用いて予測演算を行うことにより得られる前記教師データの予測値の予測誤差が、統計的に最小になるように学習を行い、前記タップ係数を求める学習手段とを備えることを特徴とするデータ処理装置。

【請求項17】 前記学習手段は、前記タップ係数および生徒データを用いて線形1次予測演算を行うことにより得られる前記教師データの予測値の予測誤差が、統計的に最小になるように学習を行うことを特徴とする請求項16に記載のデータ処理装置。

【請求項18】 前記生徒データ生成手段は、前記準教師データを、直交変換または周波数変換し、さらに量子化することにより、前記生徒データを生成することを特徴とする請求項16に記載のデータ処理装置。

【請求項19】 前記生徒データ生成手段は、前記準教師データを、直交変換または周波数変換して量子化し、さらに逆量子化することにより、前記生徒データを生成することを特徴とする請求項16に記載のデータ処理装置。

【請求項20】 前記生徒データ生成手段は、前記準教師データを、少なくとも、離散コサイン変換することにより、前記生徒データを生成することを特徴とする請求項16に記載のデータ処理装置。

【請求項21】 前記教師データのうちの、注目している注目教師データを予測するのに前記タップ係数とともに用いる前記生徒データを抽出し、予測タップとして出力する予測タップ抽出手段をさらに備え、前記学習手段は、前記予測タップおよびタップ係数を用いて予測演算を行うことにより得られる前記教師データの予測値の予測誤差が、統計的に最小になるように学習を行うことを特徴とする請求項16に記載のデータ処理装置。

【請求項22】 前記注目教師データを、幾つかのクラスの中のいずれかにクラス分類するのに用いる前記生徒データを抽出し、クラスタップとして出力するクラスタップ抽出手段と、前記クラスタップに基づいて、前記注目教師データのクラスを求めるクラス分類を行うクラス分類手段とをさらに備え、

前記学習手段は、前記予測タップおよび前記注目教師データのクラスに対応するタップ係数を用いて予測演算を行うことにより得られる前記教師データの予測値の予測誤差が、統計的に最小になるように学習を行い、クラスごとの前記タップ係数を求めることを特徴とする請求項21に記載のデータ処理装置。

【請求項23】 前記生徒データ生成手段は、前記準教師データを、所定の単位ごとに、少なくとも、直交変換処理または周波数変換することにより、前記生徒データを生成することを特徴とする請求項16に記載のデータ処理装置。

【請求項24】 前記準教師データ生成手段は、前記教師データに、その品質を劣化させる処理を施すことにより、前記準教師データを生成することを特徴とする請求項16に記載のデータ処理装置。

【請求項25】 前記教師データは、動画または静止画の画像データであることを特徴とする請求項16に記載のデータ処理装置。

【請求項26】 前記準教師データ生成手段は、前記画像データに、その画質を劣化させる処理を施すことにより、前記準教師データを生成することを特徴とする請求項25に記載のデータ処理装置。

【請求項27】 前記準教師データ生成手段は、前記画像データの時間または空間方向の解像度を劣化させた前記準教師データを生成することを特徴とする請求項25に記載のデータ処理装置。

【請求項28】 少なくとも、直交変換処理または周波数変換処理を施すことにより得られる変換データを復号し、かつその復号結果に所定の処理を施すための予測演算に用いるタップ係数を学習するデータ処理方法であって、

教師となる教師データに、前記所定の処理に基づく処理を施し、準教師データを得る準教師データ生成ステップと、

前記準教師データを、少なくとも、直交変換または周波数変換することにより、生徒となる生徒データを生成する生徒データ生成ステップと、

前記タップ係数および生徒データを用いて予測演算を行うことにより得られる前記教師データの予測値の予測誤差が、統計的に最小になるように学習を行い、前記タップ係数を求める学習ステップとを備えることを特徴とするデータ処理方法。

【請求項29】 少なくとも、直交変換処理または周波数変換処理を施すことにより得られる変換データを復号し、かつその復号結果に所定の処理を施すための予測演算に用いるタップ係数を学習するデータ処理を、コンピュータに行わせるプログラムが記録されている記録媒体であって、

教師となる教師データに、前記所定の処理に基づく処理を施し、準教師データを得る準教師データ生成ステップと、

前記準教師データを、少なくとも、直交変換または周波数変換することにより、生徒となる生徒データを生成する生徒データ生成ステップと、

前記タップ係数および生徒データを用いて予測演算を行うことにより得られる前記教師データの予測値の予測誤差が、統計的に最小になるように学習を行い、前記タップ係数を求める学習ステップとを備えるプログラムが記録されていることを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】本発明は、データ処理装置およびデータ処理方法、並びに記録媒体に関し、特に、例えば、圧縮された画像を高画質の画像に復号する場合等に用いて好適なデータ処理装置およびデータ処理方法、並びに記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、デジタル画像データは、そのデータ量が多いため、そのまま記録や伝送を行うには、大容量の記録媒体や伝送媒体が必要となる。そこで、一般には、画像データを圧縮符号化することにより、そのデータ量を削減してから、記録や伝送が行われる。

【0003】画像を圧縮符号化する方式としては、例えば、静止画の圧縮符号化方式であるJ P E G (Joint Photographic Experts Group)方式や、動画の圧縮符号化方式であるM P E G (Moving Picture Experts Group)方式等がある。

【0004】例えば、J P E G方式による画像データの符号化／復号は、図1に示すように行われる。

【0005】即ち、図1(A)は、従来のJ P E G符号化装置の一例の構成を示している。

【0006】符号化対象の画像データは、ブロック化回路1に入力され、ブロック化回路1は、そこに入力される画像データを、8×8画素の64画素でなるブロックに分割する。ブロック化回路1で得られる各ブロックは、D C T (Discrete Cosine Transform)回路2に供給される。D C T回路2は、ブロック化回路1からのブロックに対して、D C T (離散コサイン変換)処理を施し、1個のD C (Direct Current)成分と、水平方向および垂直方向についての63個の周波数成分(A C (Alternating Current)成分)の、合計64個のD C T係数に変換する。各ブロックごとの64個のD C T係数は、D C T回路2から量子化回路3に供給される。

【0007】量子化回路3は、所定の量子化テーブルにしたがって、D C T回路2からのD C T係数を量子化し、その量子化結果(以下、適宜、量子化D C T係数という)を、量子化に用いた量子化テーブルとともに、エントロピー符号化回路4に供給する。

【0008】ここで、図1(B)は、量子化回路3において用いられる量子化テーブルの例を示している。量子化テーブルには、一般に、人間の視覚特性を考慮して、重要性の高い低周波数のD C T係数は細かく量子化し、重要性の低い高周波数のD C T係数は粗く量子化するような量子化ステップが設定されており、これにより、画像の画質の劣化を抑えて、効率の良い圧縮が行われるようになっている。

【0009】エントロピー符号化回路4は、量子化回路3からの量子化D C T係数に対して、例えば、ハフマン符号化等のエントロピー符号化処理を施して、量子化回路3からの量子化テーブルを付加し、その結果得られる符号化データを、J P E G符号化結果として出力する。

【0010】次に、図1(C)は、図1(A)のJ P E G符号化装置が出力する符号化データを復号する、従来のJ P E G復号装置の一例の構成を示している。

【0011】符号化データは、エントロピー復号回路11に入力され、エントロピー復号回路11は、符号化データを、エントロピー符号化された量子化D C T係数と、量子化テーブルとに分離する。さらに、エントロピー復号回路11は、エントロピー符号化された量子化D C T係数をエントロピー復号し、その結果得られる量子化D C T係数を、量子化テーブルとともに、逆量子化回路12に供給する。逆量子化回路12は、エントロピー復号回路11からの量子化D C T係数を、同じくエントロピー復号回路11からの量子化テーブルにしたがって逆量子化し、その結果得られるD C T係数を、逆D C T回路13に供給する。逆D C T回路13は、逆量子化回路12からのD C T係数に、逆D C T処理を施し、その結果得られる8×8画素の復号ブロックを、ブロック分解回路14に供給する。ブロック分解回路14は、逆D C T回路13からの復号ブロックのブロック化を解くことで、復号画像を得て出力する。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】図1(A)のJ P E G符号化装置では、その量子化回路3において、ブロックの量子化に用いる量子化テーブルの量子化ステップを大きくすることにより、符号化データのデータ量を削減することができる。即ち、高圧縮を実現することができる。

【0013】しかしながら、量子化ステップを大きくすると、いわゆる量子化誤差も大きくなることから、図1(C)のJ P E G復号装置で得られる復号画像の画質が劣化する。即ち、復号画像には、ぼけや、ブロック歪み、モスキートノイズ等が顕著に現れる。

【0014】従って、符号化データのデータ量を削減しながら、復号画像の画質を劣化させないようにするには、あるいは、符号化データのデータ量を維持して、復号画像の画質を向上させるには、J P E G復号した後に、何らかの画質向上のための処理を行う必要がある。

【0015】しかしながら、J P E G復号した後に、画質向上のための処理を行うことは、処理が煩雑になり、最終的に復号画像が得られるまでの時間も長くなる。

【0016】本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、J P E G符号化された画像等から、効率的に、画質の良い復号画像を得ること等ができるようにするものである。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明の第1のデータ処理装置は、学習を行うことにより求められたタップ係数を取得する取得手段と、タップ係数および変換データを用いて、所定の予測演算を行うことにより、変換データを、元のデータに復号し、かつ、その元のデータに所定

の処理を施した処理データを得る演算手段とを備えることを特徴とする。

【0018】第1のデータ処理装置において、演算手段には、タップ係数および変換データを用いて、線形1次予測演算を行わせることができる。

【0019】第1のデータ処理装置には、タップ係数を記憶している記憶手段をさらに設けることができ、この場合、取得手段には、記憶手段から、タップ係数を取得させることができる。

【0020】第1のデータ処理装置において、変換データは、元のデータを、直交変換または周波数変換し、さらに量子化することにより得られたものとする。 10

【0021】第1のデータ処理装置には、変換データを逆量子化する逆量子化手段をさらに設けることができ、演算手段には、逆量子化された変換データを用いて予測演算を行わせることができる。

【0022】第1のデータ処理装置において、変換データは、元のデータを、少なくとも、離散コサイン変換したものとする。 20

【0023】第1のデータ処理装置には、処理データのうちの、注目している注目データを予測するのにタップ係数とともに用いる変換データを抽出し、予測タップとして出力する予測タップ抽出手段をさらに設けることができ、この場合、演算手段には、予測タップおよびタップ係数を用いて予測演算を行わせることができる。

【0024】第1のデータ処理装置には、注目データを、幾つかのクラスのうちのいずれかにクラス分類するのに用いる変換データを抽出し、クラスタップとして出力するクラスタップ抽出手段と、クラスタップに基づいて、注目データのクラスを求めるクラス分類を行うクラス分類手段とをさらに設けることができ、この場合、演算手段には、予測タップおよび注目データのクラスに対応するタップ係数を用いて予測演算を行わせることができる。 30

【0025】第1のデータ処理装置において、演算手段では、所定の予測演算を行うことにより、元のデータに、その品質を向上させる処理を施した処理データを得るようにすることができる。

【0026】第1のデータ処理装置において、タップ係数は、タップ係数および変換データを用いて、所定の予測演算を行うことにより得られる処理データの予測値の予測誤差が、統計的に最小になるように、学習を行うことにより得られたものとする。 40

【0027】第1のデータ処理装置において、元のデータは、動画または静止画の画像データとすることができる。

【0028】第1のデータ処理装置において、演算手段では、所定の予測演算を行うことにより、画像データに、その画質を向上させる処理を施した処理データを得 50

るようにすることができる。

【0029】第1のデータ処理装置において、演算手段では、画像データの時間または空間方向の解像度を向上させた処理データを得るようにすることができる。

【0030】本発明の第1のデータ処理方法は、学習を行うことにより求められたタップ係数を取得する取得ステップと、タップ係数および変換データを用いて、所定の予測演算を行うことにより、変換データを、元のデータに復号し、かつ、その元のデータに所定の処理を施した処理データを得る演算ステップとを備えることを特徴とする。

【0031】本発明の第1の記録媒体は、学習を行うことにより求められたタップ係数を取得する取得ステップと、タップ係数および変換データを用いて、所定の予測演算を行うことにより、変換データを、元のデータに復号し、かつ、その元のデータに所定の処理を施した処理データを得る演算ステップとを備えるプログラムが記録されていることを特徴とする。

【0032】本発明の第2のデータ処理装置は、教師となる教師データに、所定の処理に基づく処理を施し、準教師データを得る準教師データ生成手段と、準教師データを、少なくとも、直交変換または周波数変換することにより、生徒となる生徒データを生成する生徒データ生成手段と、タップ係数および生徒データを用いて予測演算を行うことにより得られる教師データの予測値の予測誤差が、統計的に最小になるように学習を行い、タップ係数を求める学習手段とを備えることを特徴とする。

【0033】第2のデータ処理装置において、学習手段には、タップ係数および生徒データを用いて線形1次予測演算を行うことにより得られる教師データの予測値の予測誤差が、統計的に最小になるように学習を行わせることができる。 30

【0034】第2のデータ処理装置において、生徒データ生成手段には、準教師データを、直交変換または周波数変換し、さらに量子化することにより、生徒データを生成させることができる。

【0035】第2のデータ処理装置において、生徒データ生成手段には、準教師データを、直交変換または周波数変換して量子化し、さらに逆量子化することにより、生徒データを生成させることができる。 40

【0036】第2のデータ処理装置において、生徒データ生成手段には、準教師データを、少なくとも、離散コサイン変換することにより、生徒データを生成させることができる。

【0037】第2のデータ処理装置には、教師データのうちの、注目している注目教師データを予測するのにタップ係数とともに用いる生徒データを抽出し、予測タップとして出力する予測タップ抽出手段をさらに設けることができ、この場合、学習手段には、予測タップおよびタップ係数を用いて予測演算を行うことにより得られる

教師データの予測値の予測誤差が、統計的に最小になるように学習を行わせることができる。

【0038】第2のデータ処理装置には、注目教師データを、幾つかのクラスのうちのいずれかにクラス分類するのに用いる生徒データを抽出し、クラスタップとして出力するクラスタップ抽出手段と、クラスタップに基づいて、注目教師データのクラスを求めるクラス分類を行うクラス分類手段とをさらに設けることができ、この場合、学習手段には、予測タップおよび注目教師データのクラスに対応するタップ係数を用いて予測演算を行うことにより得られる教師データの予測値の予測誤差が、統計的に最小になるように学習を行わせ、クラスごとのタップ係数を求めさせることができる。

【0039】第2のデータ処理装置において、生徒データ生成手段には、準教師データを、所定の単位ごとに、少なくとも、直交変換処理または周波数変換することにより、生徒データを生成させることができる。

【0040】第2のデータ処理装置において、準教師データ生成手段には、教師データに、その品質を劣化させる処理を施すことにより、準教師データを生成させることができる。

【0041】第2のデータ処理装置において、教師データは、動画または静止画の画像データとすることができる。

【0042】第2のデータ処理装置において、準教師データ生成手段には、画像データに、その画質を劣化させる処理を施すことにより、準教師データを生成させることができる。

【0043】第2のデータ処理装置において、準教師データ生成手段には、画像データの時間または空間方向の解像度を劣化させた準教師データを生成させることができる。

【0044】本発明の第2のデータ処理方法は、教師となる教師データに、所定の処理に基づく処理を施し、準教師データを得る準教師データ生成ステップと、準教師データを、少なくとも、直交変換または周波数変換することにより、生徒となる生徒データを生成する生徒データ生成ステップと、タップ係数および生徒データを用いて予測演算を行うことにより得られる教師データの予測値の予測誤差が、統計的に最小になるように学習を行い、タップ係数を求める学習ステップとを備えることを特徴とする。

【0045】本発明の第2の記録媒体は、教師となる教師データに、所定の処理に基づく処理を施し、準教師データを得る準教師データ生成ステップと、準教師データを、少なくとも、直交変換または周波数変換することにより、生徒となる生徒データを生成する生徒データ生成ステップと、タップ係数および生徒データを用いて予測演算を行うことにより得られる教師データの予測値の予測誤差が、統計的に最小になるように学習を行い、タッ

プ係数を求める学習ステップとを備えるプログラムが記録されていることを特徴とする。

【0046】本発明の第1のデータ処理装置およびデータ処理方法、並びに記録媒体においては、学習を行うことにより求められたタップ係数が取得され、そのタップ係数および変換データを用いて、所定の予測演算が行われることにより、変換データを、元のデータに復号し、かつ、その元のデータに所定の処理を施した処理データが得られる。

【0047】本発明の第2のデータ処理装置およびデータ処理方法、並びに記録媒体においては、教師となる教師データに、所定の処理に基づく処理が施され、その結果得られる準教師データを、少なくとも、直交変換または周波数変換することにより、生徒となる生徒データが生成される。そして、タップ係数および生徒データを用いて予測演算を行うことにより得られる教師データの予測値の予測誤差が、統計的に最小になるように学習が行われ、タップ係数が求められる。

【0048】

【発明の実施の形態】図2は、本発明を適用した画像伝送システムの一実施の形態の構成例を示している。

【0049】伝送すべき画像データは、エンコーダ21に供給されるようになっており、エンコーダ21は、そこに供給される画像データを、例えば、JPEG符号化し、符号化データとする。即ち、エンコーダ21は、例えば、前述の図1(A)に示したJPEG符号化装置と同様に構成されており、画像データをJPEG符号化する。エンコーダ21がJPEG符号化を行うことにより得られる符号化データは、例えば、半導体メモリ、光磁気ディスク、磁気ディスク、光ディスク、磁気テープ、相変化ディスクなどである記録媒体23に記録され、あるいは、また、例えば、地上波、衛星回線、CATV(Cable Television)網、インターネット、公衆回線などである伝送媒体24を介して伝送される。

【0050】デコーダ22は、記録媒体23または伝送媒体24を介して提供される符号化データを受信して、高画質の画像データに復号する。この復号化された高画質の画像データは、例えば、図示せぬモニタに供給されて表示等される。

【0051】次に、図3は、図2のデコーダ22の構成例を示している。

【0052】符号化データは、エントロピー復号回路31に供給されるようになっており、エントロピー復号回路31は、符号化データを、エントロピー復号して、その結果得られるブロックごとの量子化DCT係数Qを、係数変換回路32に供給する。なお、符号化データには、図1(C)のエントロピー復号回路11で説明した場合と同様に、エントロピー符号化された量子化DCT係数の他、量子化テーブルも含まれるが、この量子化テーブルは、後述するように、必要に応じて、量子化DCT

T係数の復号に用いることが可能である。

【0053】係数変換回路32は、エントロピー復号回路31からの量子化DCT係数Qと、後述する学習を行うことにより求められるタップ係数を用いて、所定の予測演算を行うことにより、ブロックごとの量子化DCT係数を、8×8画素の元のブロックに復号し、かつ、さらに、その元のブロックの画質を向上させる処理を施したデータを得る。即ち、元のブロックは8×8画素で構成されるが、係数変換回路32は、タップ係数を用いた予測演算を行うことにより、その8×8画素のブロックの横および縦方向の空間解像度を、いずれも2倍にした16×16画素でなるブロックを得る。従って、係数変換回路32は、ここでは、図4に示すように、8×8の量子化DCT係数で構成されるブロックを、16×16画素で構成されるブロックに復号して出力する。

【0054】ブロック分解回路33は、係数変換回路32において得られる16×16画素のブロックのブロック化を解くことで、空間解像度を向上させた復号画像を得て出力する。

【0055】次に、図5のフローチャートを参照して、図3のデコーダ22の処理について説明する。

【0056】符号化データは、エントロピー復号回路31に順次供給され、ステップS1において、エントロピー復号回路31は、符号化データをエントロピー復号し、ブロックごとの量子化DCT係数Qを、係数変換回路32に供給する。係数変換回路32は、ステップS2において、エントロピー復号回路31からのブロックごとの量子化DCT係数Qを、タップ係数を用いた予測演算を行うことにより、ブロックごとの画素値に復号し、かつ、そのブロックの空間解像度を向上させた、いわば高解像度のブロックを得て、ブロック分解回路33に供*

$$E[y] = w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots$$

【0062】式(1)を一般化するために、タップ係数 w_i の集合でなる行列W、生徒データ x_{ij} の集合でなる行列X、および予測値 $E[y_i]$ の集合でなる行列Y'を、

【数1】

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1J} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2J} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{I1} & x_{I2} & \dots & x_{IJ} \end{pmatrix}$$

40

$$W = \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_J \end{pmatrix}, Y' = \begin{pmatrix} E[y_1] \\ E[y_2] \\ \dots \\ E[y_J] \end{pmatrix}$$

※

$$XW = Y'$$

ここで、行列Xの成分 x_{ij} は、i件目の生徒データの集合(i件目の教師データ y_i の予測に用いる生徒データの集合)の中のj番目の生徒データを意味し、行列Wの

50

* 給する。ブロック分解回路33は、ステップS3において、係数変換回路32からの、空間解像度が向上された画素値のブロックのブロック化を解くブロック分解を行い、その結果得られる高解像度の復号画像を出力して、処理を終了する。

【0057】次に、図3の係数変換回路32では、例えば、クラス分類適応処理を利用して、量子化DCT係数を、画素値に復号し、さらに、その空間解像度を向上させた画像を得ることができる。

【0058】クラス分類適応処理は、クラス分類処理と適応処理とからなり、クラス分類処理によって、データを、その性質に基づいてクラス分けし、各クラスごとに適応処理を施すものであり、適応処理は、以下のような手法のものである。なお、ここでは、説明を簡単にするために、適応処理について、量子化DCT係数を、元の画像に復号する場合を例に説明する。

【0059】この場合、適応処理では、例えば、量子化DCT係数と、所定のタップ係数との線形結合により、元の画素の予測値を求めることで、量子化DCT係数が、元の画素値に復号される。

【0060】具体的には、例えば、いま、ある画像を教師データとするとともに、その画像を、ブロック単位でDCT処理し、さらに量子化して得られる量子化DCT係数を生徒データとして、教師データである画素の画素値 y の予測値 $E[y]$ を、幾つかの量子化DCT係数 x_1, x_2, \dots の集合と、所定のタップ係数 w_1, w_2, \dots の線形結合により規定される線形1次結合モデルにより求めることを考える。この場合、予測値 $E[y]$ は、次式で表すことができる。

【0061】

$$\dots (1)$$

※で定義すると、次のような観測方程式が成立する。

【0063】

$$\dots (2)$$

成分 w_j は、生徒データの集合の中のj番目の生徒データとの積が演算されるタップ係数を表す。また、 y_i は、i件目の教師データを表し、従って、 $E[y_i]$

は、 i 件目の教師データの予測値を表す。なお、式 (1) の左辺における y は、行列 Y の成分 y_i のサフィックス i を省略したものであり、また、式 (1) の右辺における x_1, x_2, \dots も、行列 X の成分 x_{i1} のサフィックス i を省略したものである。

【0064】そして、この観測方程式に最小自乗法を適用して、元の画素値 y に近い予測値 $E[y]$ を求めることを考える。この場合、教師データとなる真の画素値 y の集合でなる行列 Y 、および画素値 y に対する予測値 $E[y]$ の残差 e の集合でなる行列 E を、

$$XW = Y + E$$

【0067】この場合、元の画素値 y に近い予測値 $E[y]$ を求めるためのタップ係数 w_j は、自乗誤差

$$\sum_{i=1}^I e_i^2$$

を最小にすることで求めることができる。

【0068】従って、上述の自乗誤差をタップ係数 w_j で微分したものが 0 になる場合、即ち、次式を満たすタップ係数 w_j が、元の画素値 y に近い予測値 $E[y]$ を求めるため最適値ということになる。

【0069】

【数4】

$$e_1 \frac{\partial e_1}{\partial w_j} + e_2 \frac{\partial e_2}{\partial w_j} + \dots + e_I \frac{\partial e_I}{\partial w_j} = 0 \quad (j=1, 2, \dots, J)$$

・・・ (4)

【0070】そこで、まず、式 (3) を、タップ係数 w_j で微分することにより、次式が成立する。

【0071】

【数5】

$$\frac{\partial e_1}{\partial w_1} = x_{11}, \quad \frac{\partial e_1}{\partial w_2} = x_{12}, \quad \dots, \quad \frac{\partial e_1}{\partial w_J} = x_{1J}, \quad (i=1, 2, \dots, I)$$

・・・ (5)

【0072】式 (4) および (5) より、式 (6) が得られる。

【0073】

【数6】

$$\sum_{i=1}^I e_i x_{i1} = 0, \quad \sum_{i=1}^I e_i x_{i2} = 0, \quad \dots, \quad \sum_{i=1}^I e_i x_{iJ} = 0$$

・・・ (6)

【0074】さらに、式 (3) の残差方程式における生徒データ x_{i1} 、タップ係数 w_j 、教師データ y_i 、および残差 e_i の関係を考慮すると、式 (6) から、次のような正規方程式を得ることができる。

【0075】

$$AW = v$$

で表すことができる。

【0077】式 (7) における各正規方程式は、生徒デ

*【0065】

【数2】

$$E = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_I \end{bmatrix}, \quad Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_I \end{bmatrix}$$

で定義すると、式 (2) から、次のような残差方程式が成立する。

【0066】

*10

・・・ (3)

※【数7】

$$\begin{cases} (\sum_{i=1}^I x_{i1} x_{i1}) w_1 + (\sum_{i=1}^I x_{i1} x_{i2}) w_2 + \dots + (\sum_{i=1}^I x_{i1} x_{iJ}) w_J = (\sum_{i=1}^I x_{i1} y_i) \\ (\sum_{i=1}^I x_{i2} x_{i1}) w_1 + (\sum_{i=1}^I x_{i2} x_{i2}) w_2 + \dots + (\sum_{i=1}^I x_{i2} x_{iJ}) w_J = (\sum_{i=1}^I x_{i2} y_i) \\ \dots \\ (\sum_{i=1}^I x_{iJ} x_{i1}) w_1 + (\sum_{i=1}^I x_{iJ} x_{i2}) w_2 + \dots + (\sum_{i=1}^I x_{iJ} x_{iJ}) w_J = (\sum_{i=1}^I x_{iJ} y_i) \end{cases}$$

20

・・・ (7)

【0076】なお、式 (7) に示した正規方程式は、行列 (共分散行列) A およびベクトル v を、

【数8】

$$A = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^I x_{i1} x_{i1} & \sum_{i=1}^I x_{i1} x_{i2} & \dots & \sum_{i=1}^I x_{i1} x_{iJ} \\ \sum_{i=1}^I x_{i2} x_{i1} & \sum_{i=1}^I x_{i2} x_{i2} & \dots & \sum_{i=1}^I x_{i2} x_{iJ} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum_{i=1}^I x_{iJ} x_{i1} & \sum_{i=1}^I x_{iJ} x_{i2} & \dots & \sum_{i=1}^I x_{iJ} x_{iJ} \end{pmatrix}$$

30

$$v = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^I x_{i1} y_i \\ \sum_{i=1}^I x_{i2} y_i \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^I x_{iJ} y_i \end{pmatrix}$$

40

で定義するとともに、ベクトル W を、数1で示したように定義すると、式

・・・ (8)

ータ x_{i1} および教師データ y_i のセットを、ある程度の数だけ用意することで、求めるべきタップ係数 w_j の数

50

Jと同じ数だけたてることができ、従って、式(8)を、ベクトルWについて解くことで(但し、式(8)を解くには、式(8)における行列Aが正則である必要がある)、最適なタップ係数(ここでは、自乗誤差を最小にするタップ係数) w_i を求めることができる。なお、式(8)を解くにあたっては、例えば、掃き出し法(Gauss-Jordanの消去法)などを用いることが可能である。

【0078】以上のようにして、最適なタップ係数 w_i を求めておき、さらに、そのタップ係数 w_i を用い、式(1)により、元の画素値 y に近い予測値 $E[y]$ を求めるのが適応処理である。

【0079】なお、例えば、教師データとして、JPEG符号化する画像と同一画質の画像を用いるとともに、生徒データとして、その教師データをDCTおよび量子化して得られる量子化DCT係数を用いた場合、タップ係数としては、JPEG符号化された画像データを、元の画像データに復号するのに、予測誤差が、統計的に最小となるものが得られることになる。

【0080】従って、JPEG符号化を行う際の圧縮率を高くしても、即ち、量子化に用いる量子化ステップを粗くしても、適応処理によれば、予測誤差が、統計的に最小となる復号処理が施されることになり、実質的に、JPEG符号化された画像の復号処理と、その画質を向上させるための処理(以下、適宜、向上処理という)とが、同時に施されることになる。その結果、圧縮率を高くしても、復号画像の画質を維持することができる。

【0081】また、例えば、教師データとして、JPEG符号化する画像よりも高画質の画像を用いるとともに、生徒データとして、その教師データの画質を、JPEG符号化する画像と同一画質に劣化させ、さらに、DCTおよび量子化して得られる量子化DCT係数を用いた場合、タップ係数としては、JPEG符号化された画像データを高画質の画像データに復号するのに、予測誤差が、統計的に最小となるものが得られることになる。

【0082】従って、この場合も、適応処理によれば、JPEG符号化された画像の復号処理と、その画質をより向上させるための向上処理とが、同時に施されることになる。なお、上述したことから、教師データまたは生徒データとなる画像の画質を変えることで、復号画像の画質を任意のレベルとするタップ係数を得ることができる。

【0083】図6は、以上のようなクラス分類適応処理により、量子化DCT係数を画素値に復号する、図3の係数変換回路32の第1の構成例を示している。

【0084】エントロピー復号回路31(図3)が出力するブロックごとの量子化DCT係数は、予測タップ抽出回路41およびクラスタップ抽出回路42に供給されるようになっている。

【0085】予測タップ抽出回路41は、そこに供給される 8×8 の量子化DCT係数のブロック(以下、適

宜、DCTブロックという)に対応する高画質の画素値のブロック(この画素値のブロックは、現段階では存在しないが、仮想的に想定される)(以下、適宜、高画質ブロックという)(本実施の形態では、上述したように、 16×16 画素のブロック)を、順次、注目高画質ブロックとし、さらに、その注目高画質ブロックを構成する各画素を、例えば、いわゆるラスタスキャン順に、順次、注目画素とする。さらに、予測タップ抽出回路41は、注目画素の画素値を予測するのに用いる量子化DCT係数を抽出し、予測タップとする。

【0086】即ち、予測タップ抽出回路41は、例えば、図7に示すように、注目画素が属する高画質ブロックに対応するDCTブロックのすべての量子化DCT係数、即ち、 8×8 の64個の量子化DCT係数を、予測タップとして抽出する。従って、本実施の形態では、ある高画質ブロックのすべての画素について、同一の予測タップが構成される。但し、予測タップは、注目画素ごとに、異なる量子化DCT係数で構成することが可能である。

【0087】予測タップ抽出回路41において得られる、高画質ブロックを構成する各画素についての予測タップ、即ち、 16×16 の256画素それぞれについての256セットの予測タップは、積和演算回路45に供給される。但し、本実施の形態では、上述したように、高画質ブロックのすべての画素について、同一の予測タップが構成されるので、実際には、1つの高画質ブロックに対して、1セットの予測タップを、積和演算回路45に供給すれば良い。

【0088】クラスタップ抽出回路42は、注目画素を、幾つかのクラスのうちのいずれかに分類するためのクラス分類に用いる量子化DCT係数を抽出して、クラスタップとする。

【0089】なお、JPEG符号化では、画像が、 8×8 画素のブロック(以下、適宜、画素ブロックという)ごとに符号化(DCT処理および量子化)されることから、ある画素ブロックを高画質化した高画質ブロックに属する画素は、例えば、すべて同一のクラスにクラス分類することとする。従って、クラスタップ抽出回路42は、ある高画質ブロックの各画素については、同一のクラスタップを構成する。即ち、クラスタップ抽出回路42は、例えば、予測タップ抽出回路41における場合と同様に、図7に示したような、注目画素が属する高画質ブロックに対応するDCTブロックの 8×8 個のすべての量子化DCT係数を、クラスタップとして抽出する。

【0090】ここで、高画質ブロックに属する各画素を、すべて同一のクラスにクラス分類することとは、その高画質ブロックをクラス分類することと等価である。従って、クラスタップ抽出回路42には、注目高画質ブロックを構成する 16×16 の合計256画素それぞれをクラス分類するための256セットのクラスタ

ップではなく、注目高画質ブロックをクラス分類するための1セットのクラスタップを構成させれば良く、このため、クラスタップ抽出回路42は、高画質ブロックごとに、その高画質ブロックをクラス分類するために、その高画質ブロックに対応するDCTブロックの64個の量子化DCT係数を抽出して、クラスタップとすることになっている。

【0091】なお、予測タップやクラスタップを構成する量子化DCT係数は、上述したパターンのものに限定されるものではない。

【0092】クラスタップ抽出回路42において得られる、注目高画質ブロックのクラスタップは、クラス分類回路43に供給されるようになっており、クラス分類回路43は、クラスタップ抽出回路42からのクラスタップに基づき、注目高画質ブロックをクラス分類し、その結果得られるクラスに対応するクラスコードを出力する。

【0093】ここで、クラス分類を行う方法としては、例えば、ADRC(Adaptive Dynamic Range Coding)等を採用することができる。

【0094】ADRCを用いる方法では、クラスタップを構成する量子化DCT係数が、ADRC処理され、その結果得られるADRCコードにしたがって、注目高画質ブロックのクラスが決定される。

【0095】なお、KビットADRCにおいては、例えば、クラスタップを構成する量子化DCT係数の最大値MAXと最小値MINが検出され、 $DR=MAX-MIN$ を、集合の局所的なダイナミックレンジとし、このダイナミックレンジに基づいて、クラスタップを構成する量子化DCT係数がKビットに再量子化される。即ち、クラスタップを構成する量子化DCT係数の中から、最小値MINが減算され、その減算値が $DR/2^k$ で除算(量子化)される。そして、以上のようにして得られる、クラスタップを構成するKビットの各量子化DCT係数を、所定の順番で並べたビット列が、ADRCコードとして出力される。従って、クラスタップが、例えば、1ビットADRC処理された場合には、そのクラスタップを構成する各量子化DCT係数は、最小値MINが減算された後に、最大値MAXと最小値MINとの平均値で除算され、これにより、各量子化DCT係数が1ビットとされる(2値化される)。そして、その1ビットの量子化DCT係数を所定の順番で並べたビット列が、ADRCコードとして出力される。

【0096】なお、クラス分類回路43には、例えば、クラスタップを構成する量子化DCT係数のレベル分布のパターンを、そのままクラスコードとして出力させることも可能であるが、この場合、クラスタップが、N個の量子化DCT係数で構成され、各量子化DCT係数に、Kビットが割り当てられているとすると、クラス分類回路43が出力するクラスコードの場合の数は、 $(2^K)^N$ 通りとなり、量子化DCT係数のビット数Kに指数

的に比例した膨大な数となる。

【0097】従って、クラス分類回路43においては、クラスタップの情報量を、上述のADRC処理や、あるいはベクトル量子化等によって圧縮してから、クラス分類を行うのが好ましい。

【0098】ところで、本実施の形態では、クラスタップは、上述したように、64個の量子化DCT係数で構成される。従って、例えば、仮に、クラスタップを1ビットADRC処理することにより、クラス分類を行うこととしても、クラスコードの場合の数は、 2^1 通りという大きな値となる。

【0099】そこで、本実施の形態では、クラス分類回路43において、クラスタップを構成する量子化DCT係数から、重要性の高い特徴量を抽出し、その特徴量に基づいてクラス分類を行うことで、クラス数を低減するようになっている。

【0100】即ち、図8は、図6のクラス分類回路43の構成例を示している。

【0101】クラスタップは、電力演算回路51に供給されるようになっており、電力演算回路51は、クラスタップを構成する量子化DCT係数を、幾つかの空間周波数帯域のものに分け、各周波数帯域の電力を演算する。

【0102】即ち、電力演算回路51は、クラスタップを構成する 8×8 個の量子化DCT係数を、例えば、図9に示すような4つの空間周波数帯域 S_0 、 S_1 、 S_2 、 S_3 に分割する。

【0103】ここで、クラスタップを構成する 8×8 個の量子化DCT係数それぞれを、アルファベット x に、図7に示したような、ラスタスキャン順に、0からのシーケンシャルな整数を付して表すこととすると、空間周波数帯域 S_0 は、4個の量子化DCT係数 x_0 、 x_1 、 x_2 、 x_3 から構成され、空間周波数帯域 S_1 は、12個の量子化DCT係数 x_4 、 x_5 、 x_6 、 x_7 、 x_8 、 x_9 、 x_{10} 、 x_{11} 、 x_{12} 、 x_{13} 、 x_{14} 、 x_{15} から構成される。また、空間周波数帯域 S_2 は、12個の量子化DCT係数 x_{16} 、 x_{17} 、 x_{18} 、 x_{19} 、 x_{20} 、 x_{21} 、 x_{22} 、 x_{23} 、 x_{24} 、 x_{25} 、 x_{26} 、 x_{27} から構成され、空間周波数帯域 S_3 は、36個の量子化DCT係数 x_{28} 、 x_{29} 、 x_{30} 、 x_{31} 、 x_{32} 、 x_{33} 、 x_{34} 、 x_{35} 、 x_{36} 、 x_{37} 、 x_{38} 、 x_{39} 、 x_{40} 、 x_{41} 、 x_{42} 、 x_{43} 、 x_{44} 、 x_{45} 、 x_{46} 、 x_{47} 、 x_{48} 、 x_{49} 、 x_{50} 、 x_{51} 、 x_{52} 、 x_{53} 、 x_{54} 、 x_{55} 、 x_{56} 、 x_{57} 、 x_{58} 、 x_{59} 、 x_{60} 、 x_{61} 、 x_{62} 、 x_{63} から構成される。

【0104】さらに、電力演算回路51は、空間周波数帯域 S_0 、 S_1 、 S_2 、 S_3 それぞれについて、量子化DCT係数のAC成分の電力 P_0 、 P_1 、 P_2 、 P_3 を演算し、クラスコード生成回路52に出力する。

【0105】即ち、電力演算回路51は、空間周波数帯域 S_0 については、上述の4個の量子化DCT係数 x_0 、

x_1, x_0, x_2 のうちのAC成分 x_1, x_0, x_2 の2乗和 $x_1^2 + x_0^2 + x_2^2$ を求め、これを、電力 P_1 として、クラスコード生成回路52に出力する。また、電力演算回路51は、空間周波数帯域S1についての、上述の12個の量子化DCT係数のAC成分、即ち、12個すべての量子化DCT係数の2乗和を求め、これを、電力 P_1 として、クラスコード生成回路52に出力する。さらに、電力演算回路51は、空間周波数帯域 S_1 と S_2 についても、空間周波数帯域 S_1 における場合と同様にし、それぞれの電力 P_1 と P_2 を求め、クラスコード生成回路52に出力する。

【0106】クラスコード生成回路52は、電力演算回路51からの電力 P_0, P_1, P_2, P_3 を、閾値テーブル記憶部53に記憶された、対応する閾値 $TH0, TH1, TH2, TH3$ とそれぞれ比較し、それぞれの大小関係に基づいて、クラスコードを出力する。即ち、クラスコード生成回路52は、電力 P_0 と閾値 $TH0$ とを比較し、その大小関係を表す1ビットのコードを得る。同様に、クラスコード生成回路52は、電力 P_1 と閾値 $TH1$ 、電力 P_2 と閾値 $TH2$ 、電力 P_3 と閾値 $TH3$ を、それぞれ比較することにより、それぞれについて、1ビットのコードを得る。そして、クラスコード生成回路52は、以上のようにして得られる4つの1ビットのコードを、例えば、所定の順番で並べることにより得られる4ビットのコード（従って、0乃至15のうちのいずれかの値）を、注目高画質ブロックのクラスを表すクラスコードとして出力する。従って、本実施の形態では、注目高画質ブロックは、 $2^4 (= 16)$ 個のクラスのうちのいずれかにクラス分類されることになる。

【0107】閾値テーブル記憶部53は、空間周波数帯域 S_0 乃至 S_3 の電力 P_0 乃至 P_3 それぞれと比較する閾値 $TH0$ 乃至 $TH3$ を記憶している。

【0108】なお、上述の場合には、クラス分類処理に、量子化DCT係数のDC成分 x_0 が用いられないが、このDC成分 x_0 をも用いてクラス分類処理を行うことも可能である。

【0109】図6に戻り、以上のようなクラス分類回路43が出力するクラスコードは、係数テーブル記憶部44に、アドレスとして与えられる。

【0110】係数テーブル記憶部44は、後述するような学習処理が行われることにより得られるタップ係数が登録された係数テーブルを記憶しており、クラス分類回路43が出力するクラスコードに対応するアドレスに記憶されているタップ係数を積和演算回路45に出力する。

【0111】ここで、本実施の形態では、注目高画質ブロックについて、1つのクラスコードが得られる。一方、高画質ブロックは、本実施の形態では、 16×16 画素の256画素で構成されるから、注目高画質ブロックについては、それを構成する256画素それぞれを復

号するための256セットのタップ係数が必要である。従って、係数テーブル記憶部44には、1つのクラスコードに対応するアドレスに対して、256セットのタップ係数が記憶されている。

【0112】積和演算回路45は、予測タップ抽出回路41が出力する予測タップと、係数テーブル記憶部44が出力するタップ係数とを取得し、その予測タップとタップ係数とを用いて、式(1)に示した線形予測演算（積和演算）を行い、その結果得られる注目高画質ブロックの 16×16 画素の画素値（の予測値）を、対応するDCTブロックの復号結果として、ブロック分解回路33（図3）に出力する。

【0113】ここで、予測タップ抽出回路41においては、上述したように、注目高画質ブロックの各画素が、順次、注目画素とされるが、積和演算回路45は、注目高画質ブロックの、注目画素となっている画素の位置に対応した動作モード（以下、適宜、画素位置モードという）となって、処理を行う。

【0114】即ち、例えば、注目高画質ブロックの画素のうち、ラスタスキャン順で、 i 番目の画素を、 p_i と表し、画素 p_i が、注目画素となっている場合、積和演算回路45は、画素位置モード $\#i$ の処理を行う。

【0115】具体的には、上述したように、係数テーブル記憶部44は、注目高画質ブロックを構成する256画素それぞれを復号するための256セットのタップ係数を出力するが、そのうちの画素 p_i を復号するためのタップ係数のセットを W_i と表すと、積和演算回路45は、動作モードが、画素位置モード $\#i$ のときには、予測タップと、256セットのタップ係数のうちのセット W_i とを用いて、式(1)の積和演算を行い、その積和演算結果を、画素 p_i の復号結果とする。

【0116】次に、図10のフローチャートを参照して、図6の係数変換回路32の処理について説明する。

【0117】エントロピー復号回路31（図3）が出力するブロックごとの量子化DCT係数は、予測タップ抽出回路41およびクラスタップ抽出回路42において順次受信され、予測タップ抽出回路41は、そこに供給される量子化DCT係数のブロック（DCTブロック）に対応する高画質ブロックを、順次、注目高画質ブロックとする。

【0118】そして、クラスタップ抽出回路42は、ステップS11において、そこで受信した量子化DCT係数の中から、注目高画質ブロックをクラス分類するのに用いるものを抽出して、クラスタップを構成し、クラス分類回路43に供給する。

【0119】クラス分類回路43は、ステップS12において、クラスタップ抽出回路42からのクラスタップを用いて、注目高画質ブロックをクラス分類し、その結果得られるクラスコードを、係数テーブル記憶部44に出力する。

【0120】即ち、ステップS12では、図11のフローチャートに示すように、まず最初に、ステップS21において、クラス分類回路43（図8）の電力演算回路51が、クラスタップを構成する8×8個の量子化DCT係数を、図9に示した4つの空間周波数帯域S₁乃至S₄に分割し、それぞれの電力P₁乃至P₄を演算する。この電力P₁乃至P₄は、電力演算回路51からクラスコード生成回路52に出力される。

【0121】クラスコード生成回路52は、ステップS22において、閾値テーブル記憶部53から閾値TH0乃至TH3を読み出し、電力演算回路51からの電力P₁乃至P₄それぞれと、閾値TH0乃至TH3それぞれとを比較し、それぞれの大小関係に基づいたクラスコードを生成して、リターンする。

【0122】図10に戻り、ステップS12において以上のようにして得られるクラスコードは、クラス分類回路43から係数テーブル記憶部44に対して、アドレスとして与えられる。

【0123】係数テーブル記憶部44は、クラス分類回路43からのアドレスとしてのクラスコードを受信すると、ステップS13において、そのアドレスに記憶されている256セットのタップ係数（クラスコードのクラスに対応する256セットのタップ係数）を読み出し、積和演算回路45に出力する。

【0124】そして、ステップS14に進み、予測タップ抽出回路41は、注目高画質ブロックの画素のうち、ラスタスキャン順で、まだ、注目画素とされていない画素を、注目画素として、その注目画素の画素値を予測するのに用いる量子化DCT係数を抽出し、予測タップとして構成する。この予測タップは、予測タップ抽出回路41から積和演算回路45に供給される。

【0125】ここで、本実施の形態では、各高画質ブロックごとに、その高画質ブロックのすべての画素について、同一の予測タップが構成されるので、実際には、ステップS14の処理は、注目高画質ブロックについて、最初に注目画素とされる画素に対してだけ行えば、残りの255画素に対しては、行う必要がない。

【0126】積和演算回路45は、ステップS15において、ステップS13で係数テーブル記憶部44が出力する256セットのタップ係数のうち、注目画素に対する画素位置モードに対応するタップ係数のセットを取得し、そのタップ係数のセットと、ステップS14で予測タップ抽出回路41から供給される予測タップとを用いて、式（1）に示した積和演算を行い、注目画素の画素値の復号値を得る。

【0127】そして、ステップS16に進み、予測タップ抽出回路41は、注目高画質ブロックのすべての画素を、注目画素として処理を行ったかどうかを判定する。ステップS16において、注目高画質ブロックのすべての画素を、注目画素として、まだ処理を行っていないと

判定された場合、ステップS14に戻り、予測タップ抽出回路41は、注目高画質ブロックの画素のうち、ラスタスキャン順で、まだ、注目画素とされていない画素を、新たに注目画素として、以下、同様の処理を繰り返す。

【0128】また、ステップS16において、注目高画質ブロックのすべての画素を、注目画素として処理を行ったと判定された場合、即ち、注目高画質ブロックのすべての画素の復号値（8×8の量子化DCT係数を、8×8画素に復号し、さらに、その8×8画素を、16×16画素に高画質化したもの）が得られた場合、積和演算回路45は、その復号値で構成される高画質ブロックを、ブロック分解回路33（図3）に出力し、処理を終了する。

【0129】なお、図10のフローチャートにしたがった処理は、予測タップ抽出回路41が、新たな注目高画質ブロックを設定することに繰り返し行われる。

【0130】次に、図12は、図6の係数テーブル記憶部44に記憶させるタップ係数の学習処理を行う学習装置の一実施の形態の構成例を示している。

【0131】間引き回路60には、1枚以上の学習用の画像データが、学習時の教師となる教師データとして供給されるようになっており、間引き回路60は、その教師データとしての画像について、図6の係数変換回路32における積和演算回路45がタップ係数を用いた積和演算を行うことにより施す向上処理に基づく処理を施す。即ち、ここでは、向上処理は、8×8画素を、その横および縦の空間解像度を2倍にした16×16画素の高画質のもの（解像度を向上させたもの）に交換する処理であるから、間引き回路60は、教師データとしての画像データの画素を間引き、その横および縦の画素数を、いずれも1/2にした画像データ（以下、適宜、準教師データという）を生成する。

【0132】なお、準教師データとしての画像データは、エンコーダ21（図1）においてJPEG符号化の対象とされる画像データと同一画質（解像度）のものであり、例えば、いま、このJPEG符号化の対象とされる画像を、SD(Standard Density)画像とすると、教師データとする画像としては、そのSD画像の横および縦の画素数を、いずれも2倍にしたHD(High Density)画像を用いる必要がある。

【0133】ブロック化回路61は、間引き回路60が生成する1枚以上の準教師データとしてのSD画像を、JPEG符号化における場合と同様に、8×8画素の画素ブロックにブロック化する。

【0134】DCT回路62は、ブロック化回路61がブロック化した画素ブロックを、順次読み出し、その画素ブロックを、DCT処理することで、DCT係数のブロックとする。このDCT係数のブロックは、量子化回路63に供給される。

【0135】量子化回路63は、DCT回路62からのDCT係数のブロックを、エンコーダ21(図2)におけるJPEG符号化に用いられるのと同じ量子化テーブルにしたがって量子化し、その結果得られる量子化DCT係数のブロック(DCTブロック)を、予測タップ抽出回路64およびクラスタップ抽出回路65に順次供給する。

【0136】予測タップ抽出回路64は、後述する正規方程式加算回路67が注目高画質ブロックとする高画質ブロックを構成する16×16画素のうちの注目画素と

なっている画素について、図6の予測タップ抽出回路41が構成するのと同じ予測タップを、量子化回路63の出力から、必要な量子化DCT係数を抽出することで構成する。この予測タップは、学習時の生徒となる生徒データとして、予測タップ抽出回路64から正規方程式加算回路67に供給される。

【0137】クラスタップ抽出回路65は、注目高画質ブロックについて、図6のクラスタップ抽出回路42が構成するのと同じクラスタップを、量子化回路63の出力から、必要な量子化DCT係数を抽出することで構成する。このクラスタップは、クラスタップ抽出回路65からクラス分類回路66に供給される。

【0138】クラス分類回路66は、クラスタップ抽出回路65からのクラスタップを用いて、図6のクラス分類回路43と同一の処理を行うことで、注目高画質ブロックをクラス分類し、その結果得られるクラスコードを、正規方程式加算回路67に供給する。

【0139】正規方程式加算回路67には、間引き回路60に教師データとして供給されるのと同じHD画像が供給されるようになっており、正規方程式加算回路67は、そのHD画像を、16×16画素の高画質ブロックにブロック化し、その高画質ブロックを、順次、注目高画質ブロックとする。さらに、正規方程式加算回路67は、注目高画質ブロックを構成する16×16画素のうち、例えば、ラスタスキャン順で、まだ注目画素とされていないものを、順次、注目画素とし、その注目画素(の画素値)と、予測タップ構成回路64からの予測タップ(を構成する量子化DCT係数)を対象とした足し込みを行う。

【0140】即ち、正規方程式加算回路67は、クラス分類回路66から供給されるクラスコードに対応するクラスごとに、予測タップ(生徒データ)を用い、式(8)の行列Aにおける各コンポーネントとなっている、生徒データ x_{i1} の乗算(x_{i1} と、サメーション(Σ)に相当する演算を行う。

【0141】さらに、正規方程式加算回路67は、やはり、クラス分類回路66から供給されるクラスコードに対応するクラスごとに、予測タップ(生徒データ)および注目画素(教師データ)を用い、式(8)のベクトルvにおける各コンポーネントとなっている、生徒データ

と教師データの乗算(x_{i1} と、サメーション(Σ)に相当する演算を行う。

【0142】なお、正規方程式加算回路67における、上述のような足し込みは、各クラスについて、注目画素に対する画素位置モードごとに行われる。

【0143】正規方程式加算回路67は、以上の足し込みを、そこに供給される教師データとしてのHD画像を構成する画素すべてを注目画素として行い、これにより、各クラスについて、画素位置モードごとに、式(8)に示した正規方程式をたてる。

【0144】タップ係数決定回路68は、正規方程式加算回路67においてクラスごとに(かつ、画素位置モードごとに)生成された正規方程式を解くことにより、クラスごとに、256セットのタップ係数を求め、係数テーブル記憶部69の、各クラスに対応するアドレスに供給する。

【0145】なお、学習用の画像として用意する画像の枚数や、その画像の内容等によっては、正規方程式加算回路67において、タップ係数を求めるのに必要な数の正規方程式が得られないクラスが生じる場合があり得るが、タップ係数決定回路68は、そのようなクラスについては、例えば、デフォルトのタップ係数を出力する。

【0146】係数テーブル記憶部69は、タップ係数決定回路68から供給されるクラスごとの256セットのタップ係数を記憶する。

【0147】次に、図13のフローチャートを参照して、図12の学習装置の処理(学習処理)について説明する。

【0148】間引き回路60には、学習用の画像データであるHD画像が、教師データとして供給され、間引き回路60は、ステップS30において、その教師データとしてのHD画像の画素を間引き、その横および縦の画素数を、いずれも1/2にした準教師データとしてのSD画像を生成する。

【0149】そして、ブロック化回路61は、ステップS31において、間引き回路60で得られた準教師データとしてのSD画像を、エンコーダ21(図2)によるJPEG符号化における場合と同様に、8×8画素の画素ブロックにブロック化して、ステップS32に進む。

ステップS32では、DCT回路62が、ブロック化回路61がブロック化した画素ブロックを、順次読み出し、その画素ブロックを、DCT処理することで、DCT係数のブロックとし、ステップS33に進む。ステップS33では、量子化回路63が、DCT回路62において得られたDCT係数のブロックを順次読み出し、エンコーダ21におけるJPEG符号化に用いられるのと同じ量子化テーブルにしたがって量子化して、量子化DCT係数で構成されるブロック(DCTブロック)とする。

【0150】一方、正規方程式加算回路67にも、教師

データとしてのHD画像が供給され、正規方程式加算回路67は、そのHD画像を、 16×16 画素の高画質ブロックにブロック化し、ステップS34において、その高画質ブロックのうち、まだ、注目高画質ブロックとされていないものを、注目高画質ブロックとする。さらに、ステップS34では、クラスタップ抽出回路65が、ブロック化回路61でブロック化された画素ブロックのうち、注目高画質ブロックをクラス分類するのに用いる量子化DCT係数を、量子化回路63で得られたDCTブロックから抽出して、クラスタップを構成し、クラ

ス分類回路66に供給する。クラス分類回路66は、ステップS35において、図11のフローチャートで説明した場合と同様に、クラスタップ抽出回路65からのクラスタップを用いて、注目高画質ブロックをクラス分類し、その結果得られるクラスコードを、正規方程式加算回路67に供給して、ステップS36に進む。

【0151】ステップS36では、正規方程式加算回路67が、注目高画質ブロックの画素のうち、ラスタスキャン順で、まだ、注目画素とされていない画素を、注目画素とし、予測タップ抽出回路64が、その注目画素について、図6の予測タップ抽出回路41が構成するのと同じの予測タップを、量子化回路63の出力から必要な量子化DCT係数を抽出することで構成する。そして、予測タップ抽出回路64は、注目画素についての予測タップを、生徒データとして、正規方程式加算回路67に供給し、ステップS37に進む。

【0152】ステップS37では、正規方程式加算回路67は、教師データとしての注目画素と、生徒データとしての予測タップ（を構成する量子化DCT係数）を対象として、式（8）の行列Aとベクトルvの、上述したような足し込みを行う。なお、この足し込みは、クラス分類回路66からのクラスコードに対応するクラスごとに、かつ注目画素に対する画素位置モードごとに行われる。

【0153】そして、ステップS38に進み、正規方程式加算回路67は、注目高画質ブロックのすべての画素を、注目画素として、足し込みを行ったかどうかを判定する。ステップS38において、注目高画質ブロックのすべての画素を、注目画素として、まだ足し込みを行っていないと判定された場合、ステップS36に戻り、正規方程式加算回路67は、注目高画質ブロックの画素のうち、ラスタスキャン順で、まだ、注目画素とされていない画素を、新たに注目画素とし、以下、同様の処理を繰り返す。

【0154】また、ステップS38において、注目高画質ブロックのすべての画素を、注目画素として、足し込みを行ったと判定された場合、ステップS39に進み、正規方程式加算回路67は、教師データとしての画像から得られたすべての高画質ブロックを、注目高画質ブロックとして処理を行ったかどうかを判定する。ステップ

S39において、教師データとしての画像から得られたすべての高画質ブロックを、注目高画質ブロックとして、まだ処理を行っていないと判定された場合、ステップS34に戻り、まだ注目高画質ブロックとされていない高画質ブロックが、新たに注目高画質ブロックとされ、以下、同様の処理が繰り返される。

【0155】一方、ステップS39において、教師データとしての画像から得られたすべての高画質ブロックを、注目高画質ブロックとして処理を行ったと判定された場合、即ち、正規方程式加算回路67において、各クラスについて、画素位置モードごとの正規方程式が得られた場合、ステップS40に進み、タップ係数決定回路68は、各クラスの画素位置モードごとに生成された正規方程式を解くことにより、各クラスごとに、そのクラスの256の画素位置モードそれぞれに対応する256セットのタップ係数を求め、係数テーブル記憶部69の、各クラスに対応するアドレスに供給して記憶させ、処理を終了する。

【0156】以上のようにして、係数テーブル記憶部69に記憶された各クラスごとのタップ係数が、図6の係数テーブル記憶部44に記憶されている。

【0157】従って、係数テーブル記憶部44に記憶されたタップ係数は、線形予測演算を行うことにより得られる元の画素値の予測値の予測誤差（ここでは、自乗誤差）が、統計的に最小になるように学習を行うことにより求められたものであり、その結果、図6の係数変換回路32によれば、JPEG符号化された画像を、教師データとして用いたHD画像の画質に限りなく近い高画質の画像に復号することができる。

【0158】さらに、係数変換回路32によれば、上述したように、JPEG符号化された画像の復号処理と、その画質を向上させるための向上処理とが、同時に施されることとなるので、JPEG符号化された画像から、効率的に、高画質化された復号画像を得ることができる。

【0159】次に、図14は、図3の係数変換回路32の第2の構成例を示している。なお、図中、図6における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。即ち、図14の係数変換回路32は、逆量子化回路71が新たに設けられている他は、基本的に、図6における場合と同様に構成されている。

【0160】図14の実施の形態において、逆量子化回路71には、エントロピー復号回路31（図3）において符号化データをエントロピー復号することにより得られるブロックごとの量子化DCT係数が供給される。

【0161】なお、エントロピー復号回路31においては、上述したように、符号化データから、量子化DCT係数の他、量子化テーブルも得られるが、図14の実施の形態では、この量子化テーブルも、エントロピー復号

回路31から逆量子化回路71に供給されるようになっている。

【0162】逆量子化回路71は、エントロピー復号回路31からの量子化DCT係数を、同じくエントロピー復号回路31からの量子化テーブルにしたがって逆量子化し、その結果得られるDCT係数を、予測タップ抽出回路41およびクラスタップ抽出回路42に供給する。

【0163】従って、予測タップ抽出回路41とクラスタップ抽出回路42では、量子化DCT係数ではなく、DCT係数を対象として、予測タップとクラスタップがそれぞれ構成され、以降も、DCT係数を対象として、図6における場合と同様の処理が行われる。

【0164】このように、図14の実施の形態では、量子化DCT係数ではなく、DCT係数を対象として処理が行われるため、係数テーブル記憶部44に記憶させるタップ係数は、図6における場合と異なるものとする必要がある。

【0165】そこで、図15は、図14の係数テーブル記憶部44に記憶させるタップ係数の学習処理を行う学習装置の一実施の形態の構成例を示している。なお、図中、図12における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。即ち、図15の学習装置は、量子化回路63の後段に、逆量子化回路81が新たに設けられている他は、図12における場合と基本的に同様に構成されている。

【0166】図15の実施の形態において、逆量子化回路81は、逆量子化回路63が出力する量子化DCT係数を、図14の逆量子化回路71と同様に逆量子化し、その結果得られるDCT係数を、予測タップ抽出回路64およびクラスタップ抽出回路65に供給する。

【0167】従って、予測タップ抽出回路64とクラスタップ抽出回路65では、量子化DCT係数ではなく、DCT係数を対象として、予測タップとクラスタップがそれぞれ構成され、以降も、DCT係数を対象として、図12における場合と同様の処理が行われる。

【0168】その結果、DCT係数が量子化され、さらに逆量子化されることにより生じる量子化誤差の影響を低減するタップ係数が得られることになる。

【0169】次に、図16は、図3の係数変換回路32の第3の構成例を示している。なお、図中、図6における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。即ち、図16の係数変換回路32は、クラスタップ抽出回路42およびクラス分類回路43が設けられていない他は、基本的に、図6における場合と同様に構成されている。

【0170】従って、図16の実施の形態では、クラスという概念がないが、このことは、クラスが1つであるとも考えるから、係数テーブル記憶部44には、1クラスのタップ係数だけが記憶されており、これを用いて処

理が行われる。

【0171】このように、図16の実施の形態では、係数テーブル記憶部44に記憶されているタップ係数は、図6における場合と異なるものとなっている。

【0172】そこで、図17は、図16の係数テーブル記憶部44に記憶させるタップ係数の学習処理を行う学習装置の一実施の形態の構成例を示している。なお、図中、図12における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。即ち、図17の学習装置は、クラスタップ抽出回路65およびクラス分類回路66が設けられていない他は、図12における場合と基本的に同様に構成されている。

【0173】従って、図17の学習装置では、正規方程式加算回路67において、上述の足し込みが、クラスには無関係に、画素位置モード別に行われる。そして、タップ係数決定回路68において、画素位置モードごとに生成された正規方程式を解くことにより、タップ係数が求められる。

【0174】次に、図18は、図3の係数変換回路32の第4の構成例を示している。なお、図中、図6または図14における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。即ち、図18の係数変換回路32は、クラスタップ抽出回路42およびクラス分類回路43が設けられておらず、かつ逆量子化回路71が新たに設けられている他は、基本的に、図6における場合と同様に構成されている。

【0175】従って、図18の実施の形態では、上述の図16の実施の形態における場合と同様に、係数テーブル記憶部44には、1クラスのタップ係数だけが記憶されており、これを用いて処理が行われる。

【0176】さらに、図18の実施の形態では、図14の実施の形態における場合と同様に、予測タップ抽出回路41において、量子化DCT係数ではなく、逆量子化回路71が出力するDCT係数を対象として、予測タップが構成され、以降も、DCT係数を対象として、処理が行われる。

【0177】従って、図18の実施の形態でも、係数テーブル記憶部44に記憶されているタップ係数は、図6における場合と異なるものとなっている。

【0178】そこで、図19は、図18の係数テーブル記憶部44に記憶させるタップ係数の学習処理を行う学習装置の一実施の形態の構成例を示している。なお、図中、図12または図15における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。即ち、図19の学習装置は、クラスタップ抽出回路65およびクラス分類回路66が設けられておらず、かつ逆量子化回路81が新たに設けられている他は、図12における場合と基本的に同様に構成

されている。

【0179】従って、図19の学習装置では、予測タップ抽出回路64において、量子化DCT係数ではなく、DCT係数を対象として、予測タップが構成され、以降も、DCT係数を対象として処理が行われる。さらに、正規方程式加算回路67において、上述の足し込みが、クラスには無関係に行われ、タップ係数決定回路68において、クラスと無関係に生成された正規方程式を解くことにより、タップ係数が求められる。

【0180】次に、以上においては、静止画を圧縮符号化するJPEG符号化された画像を対象としたが、本発明は、動画を圧縮符号化する、例えば、MPEG符号化された画像を対象とすることも可能である。

【0181】即ち、図20は、MPEG符号化が行われる場合の、図2のエンコーダ21の構成例を示している。

【0182】MPEG符号化の対象である動画を構成するフレーム（またはフィールド）は、順次、動き検出回路91と演算器92に供給される。

【0183】動き検出回路91は、そこに供給されるフレームについて、16×16画素のマクロブロック単位で、動きベクトルを検出し、エントロピー符号化回路96および動き補償回路100に供給する。

【0184】演算器92は、そこに供給される画像が、I (Intra)ピクチャであれば、そのままブロック化回路93に供給し、P (Predictive)またはB (Bidirectionally predictive)ピクチャであれば、動き補償回路100から供給される参照画像との差分を演算して、その差分値を、ブロック化回路93に供給する。

【0185】ブロック化回路93は、演算器92の出力を、8×8画素の画素ブロックにブロック化し、DCT回路94に供給する。DCT回路94は、ブロック化回路93からの画素ブロックをDCT処理し、その結果得られるDCT係数を、量子化回路95に供給する。量子化回路95は、DCT回路93からのブロック単位のDCT係数を所定の量子化ステップで量子化し、その結果得られる量子化DCT係数をエントロピー符号化回路96に供給する。エントロピー符号化回路96は、量子化回路95からの量子化DCT係数をエントロピー符号化し、動き検出回路91からの動きベクトルや、その他の必要な情報を付加して、その結果得られる符号化データ（例えば、MPEGトランスポートストリーム）を、MPEG符号化結果として出力する。

【0186】量子化回路95が出力する量子化DCT係数のうち、IピクチャおよびPピクチャは、後で符号化されるPピクチャやBピクチャの参照画像として用いるのにローカルデコードする必要があるため、エントロピー符号化回路96の他、逆量子化回路97にも供給される。

【0187】逆量子化回路97は、量子化回路95から

の量子化DCT係数を逆量子化することにより、DCT係数とし、逆DCT回路98に供給する。逆DCT回路98は、逆量子化回路97からのDCT係数を逆DCT処理し、演算器99に出力する。演算器99には、逆DCT回路98の出力の他、動き補償回路100が出力する参照画像も供給されるようになっており、演算器99は、逆DCT回路98の出力が、Pピクチャのものである場合には、その出力と、動き補償回路100の出力とを加算することで、元の画像を復号し、動き補償回路100に供給する。また、演算器99は、逆DCT回路98の出力が、Iピクチャのものである場合には、その出力は、Iピクチャの復号画像となっているので、そのまま、動き補償回路100に供給する。

【0188】動き補償回路100は、演算器99から供給される、ローカルデコードされた画像に対して、動き検出回路91からの動きベクトルにしたがった動き補償を施し、その動き補償後の画像を、参照画像として、演算器92および99に供給する。

【0189】ここで、図21は、以上のようなMPEG符号化の結果得られる符号化データを復号する、従来のMPEGデコーダの一例の構成を示している。

【0190】符号化データは、エントロピー復号回路111に供給され、エントロピー復号回路111は、符号化データをエントロピー復号し、量子化DCT係数、動きベクトル、その他の情報を得る。そして、量子化DCT係数は、逆量子化回路112に供給され、動きベクトルは、動き補償回路116に供給される。

【0191】逆量子化回路112は、エントロピー復号回路111からの量子化DCT係数を逆量子化することにより、DCT係数とし、逆DCT回路113に供給する。逆DCT回路113は、逆量子化回路112からのDCT係数を逆DCT処理し、演算器114に出力する。演算器114には、逆量子化回路113の出力の他、動き補償回路116が出力する、既に復号されたIピクチャまたはPピクチャを、エントロピー復号回路111からの動きベクトルにしたがって動き補償したものが参照画像として供給されるようになっており、演算器114は、逆DCT回路113の出力が、PまたはBピクチャのものである場合には、その出力と、動き補償回路100の出力とを加算することで、元の画像を復号し、ブロック分解回路115に供給する。また、演算器114は、逆DCT回路113の出力が、Iピクチャのものである場合には、その出力は、Iピクチャの復号画像となっているので、そのまま、ブロック分解回路115に供給する。

【0192】ブロック分解回路115は、演算器114から画素ブロック単位で供給される復号画像のブロック化を解くことで、復号画像を得て出力する。

【0193】一方、動き補償回路116は、演算器114が出力する復号画像のうちのIピクチャとPピクチャ

を受信し、エントロピー復号回路111からの動きベクトルにしたがった動き補償を施す。そして、動き補償回路116は、その動き補償後の画像を、参照画像として、演算器114に供給する。

【0194】図3のデコーダ22では、MPEG符号化された符号化データも、上述のように、効率的に、高画質の画像に復号することができる。

【0195】即ち、符号化データは、エントロピー復号回路31に供給され、エントロピー復号回路31は、符号化データを、エントロピー復号する。このエントロピー復号の結果得られる量子化DCT係数、動きベクトル、その他の情報は、エントロピー復号回路31から係数変換回路32に供給される。

【0196】係数変換回路32は、エントロピー復号回路31からの量子化DCT係数Qと、学習を行うことにより求められたタップ係数を用いて、所定の予測演算を行うとともに、エントロピー復号回路31からの動きベクトルにしたがった動き補償を必要に応じて行うことにより、量子化DCT係数を、高画質の画素値に復号し、その高画質の画素値でなる高画質ブロックをブロック分解回路33に供給する。

【0197】ブロック分解回路33は、係数変換回路32において得られた高画質ブロックのブロック化を解くことで、横および縦の画素数がいずれも、MPEG符号化された画像の、例えば2倍になった高画質の復号画像を得て出力する。

【0198】次に、図22は、デコーダ22においてMPEG符号化された符号化データを復号する場合の、図3の係数変換回路32の構成例を示している。なお、図中、図18または図21における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。即ち、図22の係数変換回路32は、積和演算回路45の後段に、図21における演算器114および動き補償回路116が設けられている他は、図18における場合と基本的に同様に構成されている。

【0199】従って、図22の係数変換回路32では、量子化DCT係数が、逆量子化回路71において逆量子化され、その結果得られるDCT係数を用いて、予測タップ抽出回路41において予測タップが構成される。そして、積和演算回路45が、その予測タップと、係数テーブル記憶部44に記憶されたタップ係数とを用いた予測演算を行うことにより、横および縦の画素数がいずれも、元の画像の2倍になった高画質のデータを出力する。

【0200】そして、演算器114は、積和演算回路45の出力を、必要に応じて、動き補償回路116の出力と加算することで、横および縦の画素数がいずれも、元の画像の2倍になった高画質の画像を復号し、ブロック分解回路33（図3）に出力する。

【0201】即ち、Iピクチャについては、積和演算回路45の出力は、横および縦の画素数がいずれも、元の画像の2倍になった高画質の画像となっているので、演算器114は、積和演算回路45の出力を、そのまま、ブロック分解回路33に出力する。

【0202】また、PまたはBピクチャについては、積和演算回路45の出力は、横および縦の画素数がいずれも、元の画像の2倍になった高画質の画像と、高画質の参照画像との差分となっているから、演算器114は、積和演算回路45の出力を、動き補償回路116から供給される高画質の参照画像と加算することで、横および縦の画素数がいずれも、元の画像の2倍になった高画質の画像に復号し、ブロック分解回路33に出力する。

【0203】一方、動き補償回路116は、演算器114が出力する高画質の復号画像のうち、IおよびPピクチャを受信し、そのIまたはPピクチャの高画質の復号画像に対して、エントロピー復号回路31（図3）からの動きベクトルを用いた動き補償を施すことにより、高画質の参照画像を得て、演算器114に供給する。

【0204】なお、ここでは、復号画像の横および縦の画素数が、いずれも、元の画像の2倍になっているので、動き補償回路116は、例えば、エントロピー復号回路31からの動きベクトルの横方向および縦方向の大きさをいずれも2倍にした動きベクトルにしたがって動き補償を行う。

【0205】次に、図23は、図22の係数テーブル記憶部44に記憶させるタップ係数を学習する学習装置の一実施の形態の構成例を示している。なお、図中、図19における場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。

【0206】間引き回路120には、学習用のHD画像が、教師データとして入力され、間引き回路120は、例えば、図12の間引き回路60と同様に、教師データとしてのHD画像の画素を間引き、その横および縦の画素数を、いずれも1/2にしたSD画像である準教師データを生成する。そして、この準教師データとしてのSD画像は、動きベクトル検出回路121および演算器122に供給される。

【0207】動きベクトル検出回路121、演算器122、ブロック化回路123、DCT回路124、量子化回路125、逆量子化回路127、逆DCT回路128、演算器129、または動き補償回路130は、図20の動きベクトル検出回路91、演算器92、ブロック化回路93、DCT回路94、量子化回路95、逆量子化回路97、逆DCT回路98、演算器99、または動き補償回路100とそれぞれ同様の処理を行い、これにより、量子化回路125からは、図20の量子化回路95が出力するのと同様の量子化DCT係数が出力される。

【0208】量子化回路125が出力する量子化DCT

係数は、逆量子化回路81に供給され、逆量子化回路81は、量子化回路125からの量子化DCT係数を逆量子化し、DCT係数に変換して、予測タップ抽出回路64に供給する。予測タップ抽出回路64は、逆量子化回路81からのDCT係数から、予測タップを構成し、生徒データとして、正規方程式加算回路67に供給する。

【0209】一方、教師データとしてのHD画像は、間引き回路120の他、演算器132にも供給されるようになっている。演算器132は、教師データとしてのHD画像から、必要に応じて、補間回路131の出力を減算し、正規方程式加算回路67に供給する。

【0210】即ち、補間回路131は、動き補償回路130が出力するSD画像の参照画像の横および縦の画素数を2倍にした高画質の参照画像を生成し、演算器132に供給する。

【0211】演算器132は、そこに供給されるHD画像が1ピクチャである場合には、その1ピクチャのHD画像を、そのまま、教師データとして、正規方程式加算回路67に供給する。また、演算器132は、そこに供給されるHD画像がPまたはBピクチャである場合には、そのPまたはBピクチャのHD画像と、補間回路131が出力する高画質の参照画像との差分を演算することにより、演算器122が出力するSD画像（準教師データ）についての差分を高画質化したものを得て、これを、教師データとして、正規方程式加算回路67に出力する。

【0212】なお、補間回路131では、例えば、単純な補間により画素数を増加させることが可能である。また、補間回路131では、例えば、クラス分類適応処理により画素数を増加させることも可能である。さらに、演算器132では、教師データとしてのHD画像をMPEG符号化し、そのローカルデコードを行って動き補償したものを、参照画像として用いるようにすることが可能である。

【0213】正規方程式加算回路67は、演算器132の出力を教師データとするとともに、逆量子化回路81からの予測タップを生徒データとして、上述したような足し込みを行い、これにより、正規方程式を生成する。

【0214】そして、タップ係数決定回路68は、正規方程式加算回路67で生成された正規方程式を解くことにより、タップ係数を求め、係数テーブル記憶部69に供給して記憶させる。

【0215】図22の積和演算回路45では、このようにして求められたタップ係数を用いて、MPEG符号化された符号化データが復号されるので、やはり、MPEG符号化された画像の復号処理と、その画質を向上させるための処理とを、同時に施すことができ、従って、MPEG符号化された画像から、効率的に、高画質の、即ち、本実施の形態では、横および縦の画素数がいずれも2倍になったHD画像である復号画像を得ることができ

る。

【0216】なお、図22の係数変換回路32は、逆量子化回路71を設けずに構成することが可能である。この場合、図23の学習装置は、逆量子化回路81を設けずに構成すれば良い。

【0217】また、図22の係数変換回路32は、図6における場合と同様に、クラスタップ抽出回路42およびクラス分類回路43を設けて構成することが可能である。この場合、図23の学習装置は、図12における場合のように、クラスタップ抽出回路65およびクラス分類回路66を設けて構成すれば良い。

【0218】さらに、上述の場合には、デコーダ22（図3）において、元の画像の空間解像度を2倍に向上させた復号画像を得るようにしたが、デコーダ22では、元の画像の空間解像度を任意の倍数にした復号画像や、さらには、元の画像の時間解像度を向上させた復号画像を得るようにすることも可能である。

【0219】即ち、例えば、MPEG符号化する対象の画像が、図24（A）に示すような時間解像度が低いものである場合に、デコーダ22では、その画像をMPEG符号化した符号化データを、図24（B）に示すような、元の画像の時間解像度を2倍にした画像に復号するようにすることが可能である。さらには、例えば、MPEG符号化する対象の画像が、図25（A）に示すような、映画で用いられる24フレーム/秒の画像である場合に、デコーダ22では、その画像をMPEG符号化した符号化データを、図25（B）に示すような、元の画像の時間解像度を60/24倍にした、60フレーム/秒の画像に復号するようにすることが可能である。この場合、いわゆる2-3ブルダウンを容易に行うことができる。

【0220】ここで、上述のように、デコーダ22において、時間解像度を向上させる場合には、予測タップやクラスタップは、例えば、図26に示すように、2以上のフレームのDCT係数から構成するようにすることが可能である。

【0221】また、デコーダ22では、空間解像度または時間解像度のうちのいずれか一方だけではなく、両方を向上させた復号画像を得るようにすることも可能である。

【0222】次に、上述した一連の処理は、ハードウェアにより行うこともできるし、ソフトウェアにより行うこともできる。一連の処理をソフトウェアによって行う場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、汎用のコンピュータ等にインストールされる。

【0223】そこで、図27は、上述した一連の処理を実行するプログラムがインストールされるコンピュータの一実施の形態の構成例を示している。

【0224】プログラムは、コンピュータに内蔵されている記録媒体としてのハードディスク205やROM2

03に予め記録しておくことができる。

【0225】あるいはまた、プログラムは、フロッピー（登録商標）ディスク、CD-ROM(Compact Disc Read Only Memory)、MO(Magneto optical)ディスク、DVD(Digital Versatile Disc)、磁気ディスク、半導体メモリなどのリムーバブル記録媒体211に、一時的あるいは永続的に格納（記録）しておくことができる。このようなリムーバブル記録媒体211は、いわゆるパッケージソフトウェアとして提供することができる。

【0226】なお、プログラムは、上述したようなリムーバブル記録媒体211からコンピュータにインストールする他、ダウンロードサイトから、ディジタル衛星放送用の人工衛星を介して、コンピュータに無線で転送したり、LAN(Local Area Network)、インターネットといったネットワークを介して、コンピュータに有線で転送し、コンピュータでは、そのようにして転送されてくるプログラムを、通信部208で受信し、内蔵するハードディスク205にインストールすることができる。

【0227】コンピュータは、CPU(Central Processing Unit)202を内蔵している。CPU202には、バス201を介して、入出力インタフェース210が接続されており、CPU202は、入出力インタフェース210を介して、ユーザによって、キーボードや、マウス、マイク等で構成される入力部207が操作等されることにより指令が入力されると、それにしたがって、ROM(Read Only Memory)203に格納されているプログラムを実行する。あるいは、また、CPU202は、ハードディスク205に格納されているプログラム、衛星若しくはネットワークから転送され、通信部208で受信されてハードディスク205にインストールされたプログラム、またはドライブ209に装着されたリムーバブル記録媒体211から読み出されてハードディスク205にインストールされたプログラムを、RAM(Random Access Memory)204にロードして実行する。これにより、CPU202は、上述したフローチャートにしたがった処理、あるいは上述したブロック図の構成により行われる処理を行う。そして、CPU202は、その処理結果を、必要に応じて、例えば、入出力インタフェース210を介して、LCD(Liquid Crystal Display)やスピーカ等で構成される出力部206から出力、あるいは、通信部208から送信、さらには、ハードディスク205に記録等させる。

【0228】ここで、本明細書において、コンピュータに各種の処理を行わせるためのプログラムを記述する処理ステップは、必ずしもフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に処理する必要はなく、並列的あるいは個別に実行される処理（例えば、並列処理あるいはオブジェクトによる処理）も含むものである。

【0229】また、プログラムは、1のコンピュータにより処理されるものであっても良いし、複数のコンピ

ュータによって分散処理されるものであっても良い。さらに、プログラムは、遠方のコンピュータに転送されて実行されるものであっても良い。

【0230】なお、本実施の形態では、画像データを対象としたが、本発明は、その他、例えば、音声データにも適用可能である。

【0231】また、本実施の形態では、少なくとも、DCT処理を行うJPEG符号化やMPEG符号化された符号化データの復号を行うようにしたが、本発明は、その他の直交変換または周波数変換によって変換されたデータの復号に適用可能である。即ち、本発明は、例えば、サブバンド符号化されたデータや、フーリエ変換されたデータ等を復号する場合にも適用可能である。

【0232】さらに、本実施の形態では、デコーダ22において、復号に用いるタップ係数を、あらかじめ記憶しておくようにしたが、タップ係数は、符号化データに含めて、デコーダ22に提供するようにすることが可能である。

【0233】また、本実施の形態では、タップ係数を用いた線形1次予測演算によって、復号を行うようにしたが、復号は、その他、2次以上の高次の予測演算によって行うことも可能である。

【0234】

【発明の効果】本発明の第1のデータ処理装置およびデータ処理方法、並びに記録媒体によれば、学習を行うことにより求められたタップ係数が取得され、そのタップ係数および変換データを用いて、所定の予測演算が行われることにより、変換データを、元のデータに復号し、かつ、その元のデータに所定の処理を施した処理データが得られる。従って、効率的に、変換データを復号し、かつその復号されたデータに所定の処理を施すことが可能となる。

【0235】本発明の第2のデータ処理装置およびデータ処理方法、並びに記録媒体によれば、教師となる教師データに、所定の処理に基づく処理が施され、その結果得られる準教師データを、少なくとも、直交変換または周波数変換することにより、生徒となる生徒データが生成される。そして、タップ係数および生徒データを用いて予測演算を行うことにより得られる教師データの予測値の予測誤差が、統計的に最小になるように学習が行われ、タップ係数が求められる。従って、そのタップ係数を用いることにより、効率的に、直交変換または周波数変換されたデータを復号し、かつその復号されたデータに所定の処理を施すことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のJPEG符号化／復号を説明するための図である。

【図2】本発明を適用した画像伝送システムの一実施の形態の構成例を示す図である。

【図3】図2のデコーダ22の構成例を示すブロック図

である。

【図4】 8×8 のDCT係数が、 16×16 画素に復号される様子を示す図である。

【図5】図3のデコーダ22の処理を説明するフローチャートである。

【図6】図3の係数変換回路32の第1の構成例を示すブロック図である。

【図7】予測タップとクラスタップの例を説明する図である。

【図8】図6のクラス分類回路43の構成例を示すブロック図である。

【図9】図6の電力演算回路51の処理を説明するための図である。

【図10】図6の係数変換回路32の処理を説明するフローチャートである。

【図11】図10のステップS12の処理のより詳細を説明するフローチャートである。

【図12】本発明を適用した学習装置の第1実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図13】図12の学習装置の処理を説明するフローチャートである。

【図14】図3の係数変換回路32の第2の構成例を示すブロック図である。

【図15】本発明を適用した学習装置の第2実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図16】図3の係数変換回路32の第3の構成例を示すブロック図である。

【図17】本発明を適用した学習装置の第3実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図18】図3の係数変換回路32の第4の構成例を示すブロック図である。

【図19】本発明を適用した学習装置の第4実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図20】図2のエンコーダ21の構成例を示すブロック図である。

【図21】MPEGデコーダの一例の構成を示すブロック図である。

【図22】図3の係数変換回路32の第5の構成例を示*

*すブロック図である。

【図23】本発明を適用した学習装置の第5実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図24】時間解像度を向上させた画像を示す図である。

【図25】時間解像度を向上させた画像を示す図である。

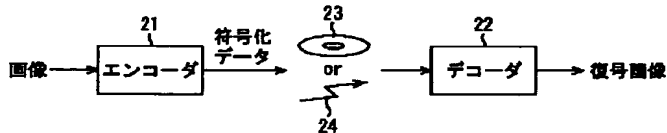
【図26】2以上のフレームのDCT係数から、クラスタップおよび予測タップを構成することを示す図である。

【図27】本発明を適用したコンピュータの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

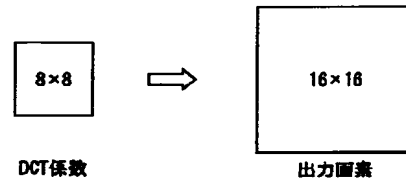
21 エンコーダ、 22 デコーダ、 23 記録媒体、 24 伝送媒体、 31 エントロピー復号回路、 32 係数変換回路、 33 ブロック分解回路、 41 予測タップ抽出回路、 42 クラスタップ抽出回路、 43 クラス分類回路、 44 係数テーブル記憶部、 45 積和演算回路、 51 電力演算回路、 52 クラスコード生成回路、 53 閾値テーブル記憶部、 60 間引き回路、 61 ブロック化回路、 62 DCT回路、 63 量子化回路、 64 予測タップ抽出回路、 65 クラスタップ抽出回路、 66 クラス分類回路、 67 正規方程式加算回路、 68 タップ係数決定回路、 69 係数テーブル記憶部、 71、 81 逆量子化回路、 114 演算器、 115 動き補償回路、 120 間引き回路、 121 動きベクトル検出回路、 122 演算器、 123 ブロック化回路、 124 DCT回路、 125 量子化回路、 127 逆量子化回路、 128 逆DCT回路、 129 演算器、 130 動き補償回路、 131 補間回路、 132 演算器、 201 バス、 202 CPU、 203 ROM、 204 RAM、 205 ハードディスク、 206 出力部、 207 入力部、 208 通信部、 209 ドライブ、 210 入出力インタフェース、 211 リムーバブル記録媒体

【図2】

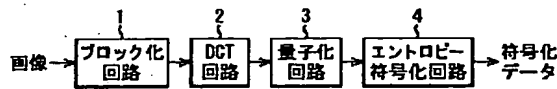


画像伝送システム

【図4】

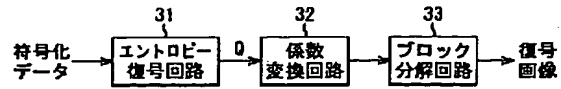


【図1】



(A) JPEG符号化装置

【図3】



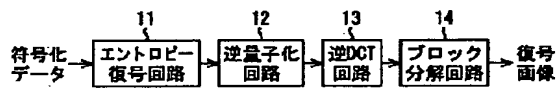
デコーダ 22

【図7】

	水平高域 →							
	0	1	2	3	4	5	6	7
	8	9	10	11	12	13	14	15
	16	17	18	19	20	21	22	23
	24	25	26	27	28	29	30	31
	32	33	34	35	36	37	38	39
	40	41	42	43	44	45	46	47
	48	49	50	51	52	53	54	55
	56	57	58	59	60	61	62	63

クラスタップ、予測タップ

(B) 量子化テーブルの例



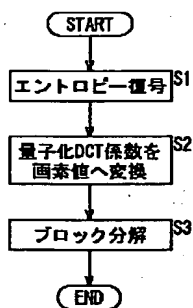
(C) JPEG復号装置

【図9】

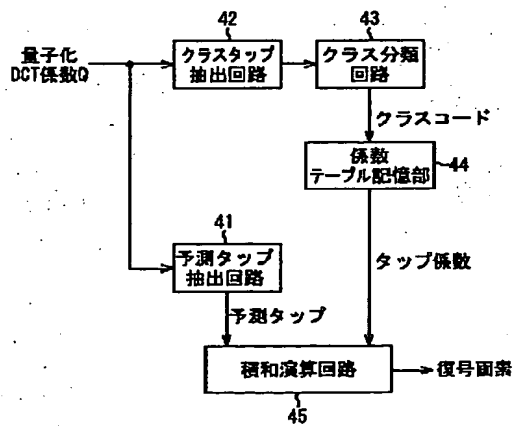
	水平高域 →							
DC成分	S ₀				S ₁			

電力演算回路51の処理

【図5】

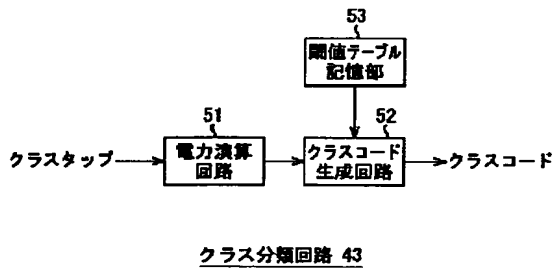


【図6】

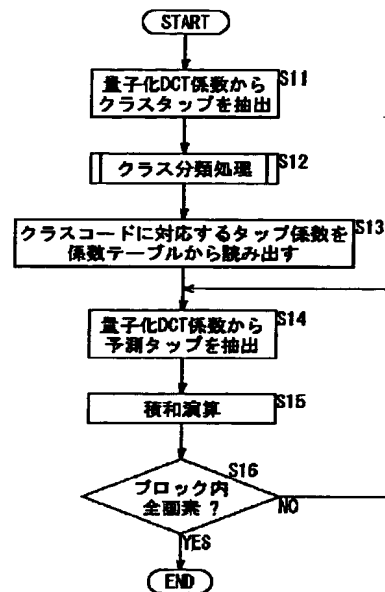


係数変換回路 32

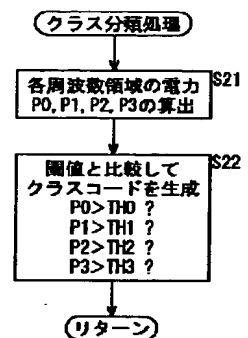
【図8】



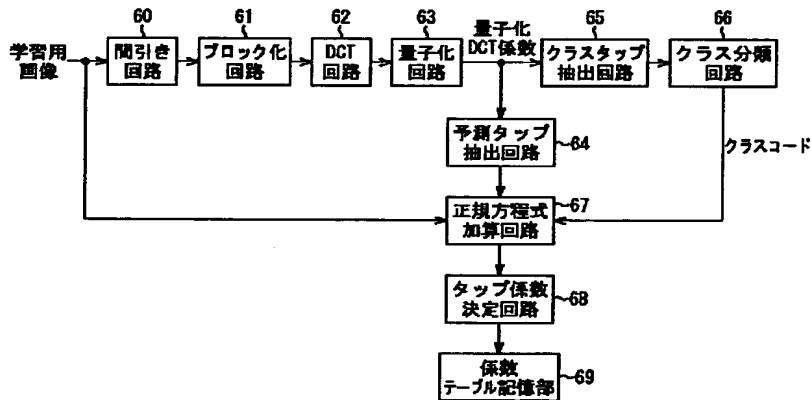
【図10】



【図11】

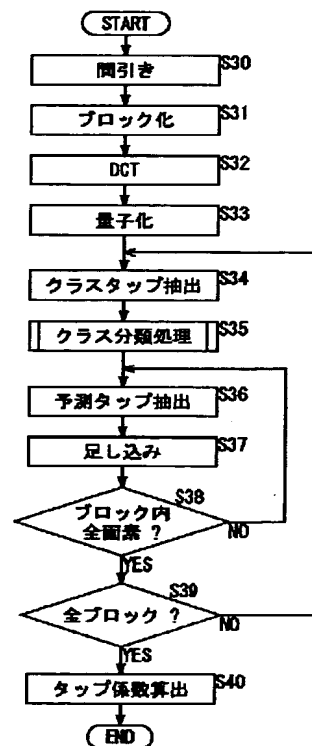


【図12】

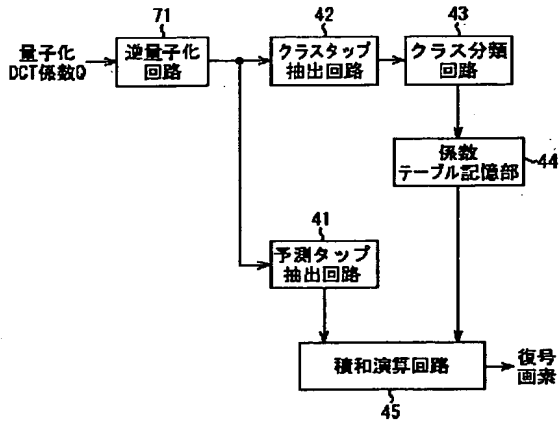


学習装置

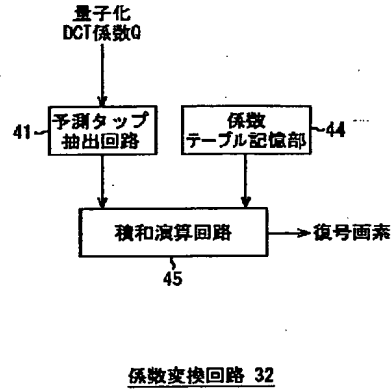
【図13】



【図14】

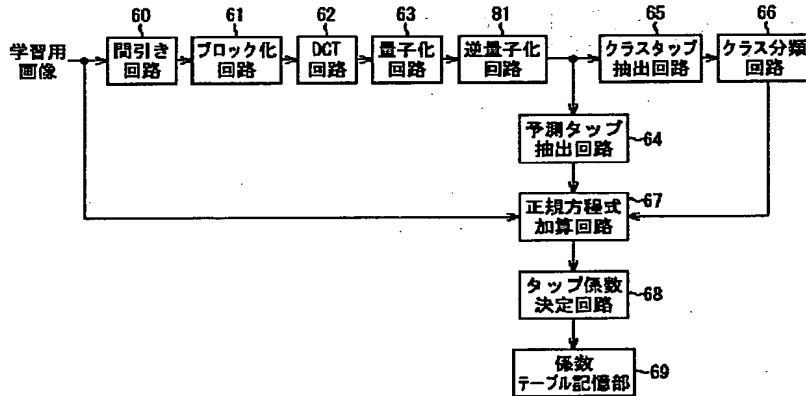


【図16】



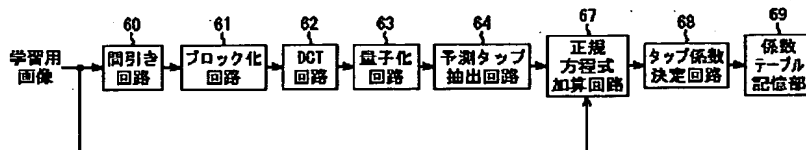
係数変換回路 32

【図15】



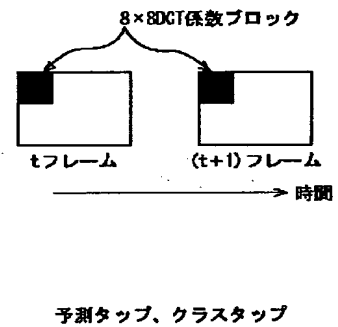
学習装置

【図17】

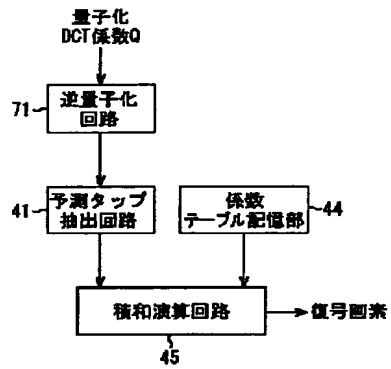


学習装置

【図26】

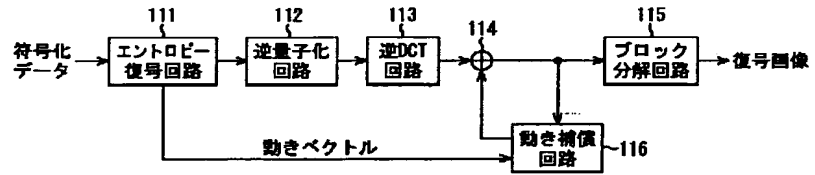


【図18】



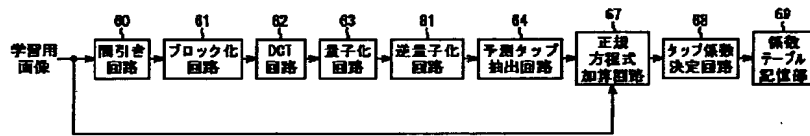
係数変換回路 32

【図21】



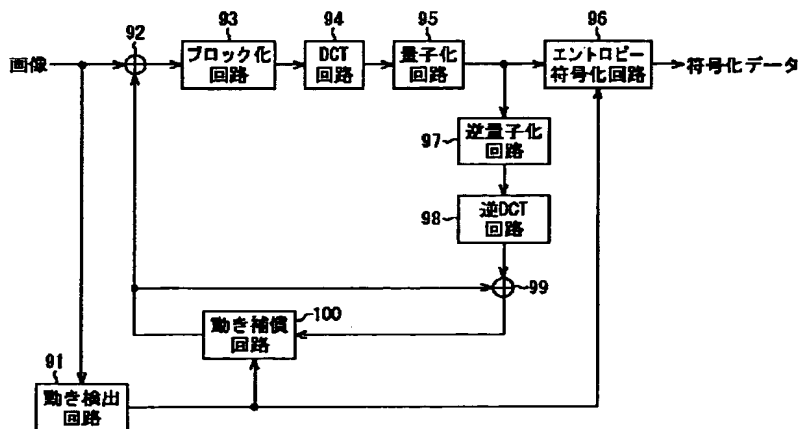
MPEGデコーダ

【図19】



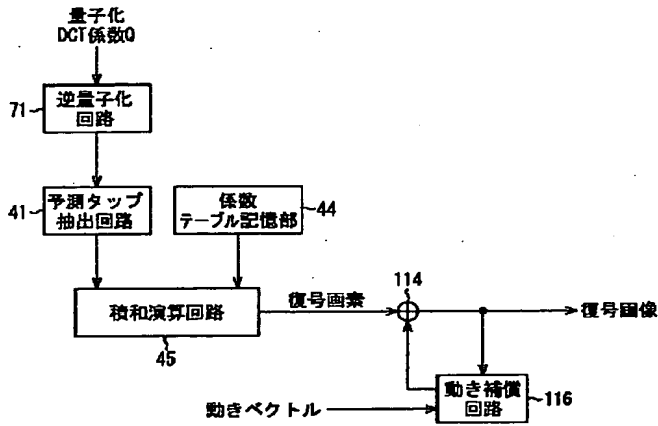
学習装置

【図20】



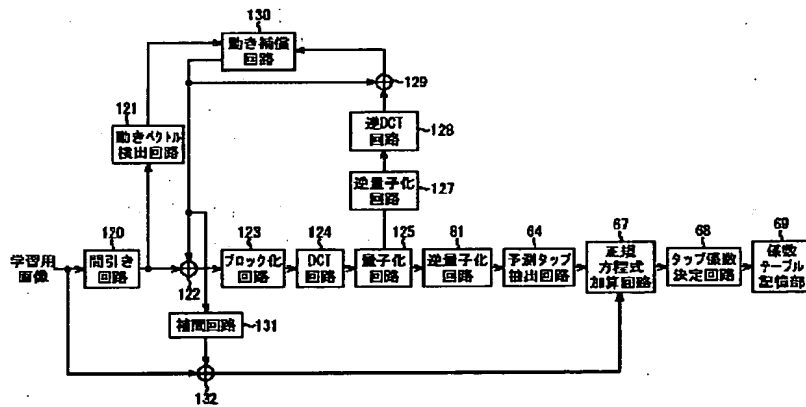
エンコーダ 21

【図22】



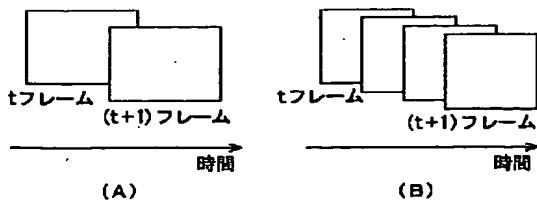
係数データ変換回路 32

【図23】



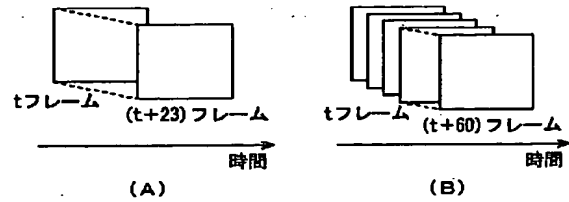
学習装置

【図24】



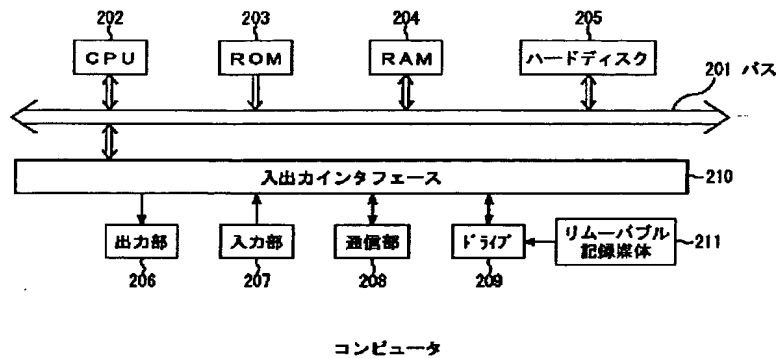
時間2倍の時間解像度創造を行った場合

【図25】



時間60/24倍の時間解像度創造を行った場合

【図27】



フロントページの続き

(72)発明者 中屋 秀雄
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 西片 丈晴
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 大塚 秀樹
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 國弘 威
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 森藤 孝文
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 内田 真史
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

Fターム(参考) 5C059 KK01 MA00 MA23 MC14 PP01
PP04 PP05 PP06 PP07 SS06
SS11 SS20 TA46 TB07 TC02
TC03 TC12 TD13 UA05 UA37
5C076 AA21 AA22 BA06 BB01
5C078 AA04 BA21 BA57 DA01 DA02

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant:

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☒ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)